



# Comune di Fucecchio

Città Metropolitana di Firenze

**AGGIORNATO CON LE INDAGINI  
SIMICHE ESEGUITE A SUPPORTO  
DELLA II E III VARIANTE**

Sindaco  
Alessio Spinelli

Assessore all'Urbanistica  
Alessio Sabatini

Responsabile del Procedimento  
Arch. Marco Occhipinti

Garante della Comunicazione  
Geom. Teodoro Epifanio

Gruppo di progettazione  
(Coordinatore progetto) Arch. Antonio Comuniello  
Arch. Andrea Colli Franzone  
Arch. Donatella Varallo

Indagini geologico-tecniche  
*Studio associato Geoprogetti Consulenze geologiche*  
Geol. Francesca Franchi  
Geol. Emilio Pistilli

Approfondimenti idrogeologico-idraulici  
*Studio di ingegneria idraulica e ambiente*  
Ing. Gesualdo Bavecchi

Indagini sul territorio rurale  
*Studio associato franchimartinelliagronomi - Associazione professionale*  
Agr. Guido Franchi  
Agr. Federico Martinelli

Valutazione Ambientale Strategica e Valutazione di Incidenza  
*Società D.R.E.AM: Italia Soc. Coop.*  
(Coordinatore) Geol. Leonardo Moretti

Aspetti socioeconomici  
*Alfamark - comunicazione e marketing*  
Dott. Alessio Falorni

A.4.4.3

Fascicolo dei dati di base  
Parte 3 di 3

ADOZIONE con Del. C.C. n. 16 del 7/04/2014  
APPROVAZIONE con Del. C.C. n.22 del 14/05/2015



Regolamento Urbanistico

QUADRO CONOSCITIVO



## ALLEGATO .7.

Indagini sismiche eseguite a supporto della presente indagine

OGGETTO:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	
TIPOLOGIA:	<b>HVSR</b>	DATA INDAGINE:
	<b>MASW</b>	<b>Giugno Ottobre 2013 Gennaio 2014</b>
LOCALITA':	<b>COMUNE DI FUCECCHIO (FI)</b>	
RICHIEDENTE:	<b>GEOPROGETTI STUDIO ASSOCIATO</b>	

codice documento:	<b>j13.061.06.27_fuc.doc</b>
versione /revisione:	<b>01</b>
stato documento:	<b>definitivo</b>
autore:	<b>a.benvenuti</b>
revisione:	<b>v.carnicelli</b>
approvazione:	<b>v.carnicelli</b>
data:	<b>Gennaio 2014</b>

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	2
2	TIPO D'INDAGINE .....	2
2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	2
2.2	INDAGINE HVSR: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE .....	3
2.3	INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE .....	4
3	ANALISI DEI RISULTATI .....	6
3.1	INDAGINI HVSR: .....	6
3.2	INDAGINE MASW: .....	10

## 1 PREMESSA

Su richiesta di Geoprogetti Studio Associato sono state eseguite una serie di indagini geofisiche nel territorio comunale di Fucecchio (FI), finalizzate alla determinazione della frequenza fondamentale di sito e, relativamente ad un'area specifica, alla ricostruzione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Onde S) ed al calcolo del parametro Vs30.

Le indagini, svolte nei mesi di Giugno, Ottobre 2013 e Gennaio 2014, coordinate e dirette dal dott. Geol. Emilio Pistilli di Geoprogetti Studio Associato, sono state condotte conformemente alla vigente normativa sismica e in particolare: ai contenuti dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.; ai contenuti del Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, emanato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R; ai contenuti della Delibera di Giunta Regionale Toscana n. 741 del 06.08.2012 con cui sono state approvate le nuove specifiche tecniche per gli studi di Microzonazione Sismica; alle specifiche del Programma Regionale VEL dettate nelle "Istruzioni Tecniche Regionali relative alla realizzazione delle indagini geologico-tecniche, geofisiche, geotecniche finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana" VEL della Regione Toscana; agli "Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica" approvati dalla Conferenza delle Regioni in data 13 novembre 2008.

## 2 TIPO D'INDAGINE

Per l'individuazione delle frequenze fondamentali, in ogni sito indagato sono stati eseguiti sondaggi in sismica passiva a stazione singola; in prossimità della frazione di Ponte a Cappiano, zona Campo Sportivo, area successivamente denominata come Sito 23, in aggiunta al sondaggio in sismica passiva, per la ricostruzione del profilo verticale di velocità delle onde S e per il calcolo del parametro Vs30 è stata eseguita, n.1 prospezione sismica superficiale mediante la tecnica MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves").

L'elaborazione delle prova HVSR eseguita in situ, in prossimità dello stendimento MASW, ha consentito, unitamente ai risultati ottenuti dall'indagine MASW stessa, di investigare il sottosuolo fino a profondità superiore rispetto a quella richiesta dalla normativa.

Per tutte le misure in sismica passiva a stazione singola sono state valutate le classi di affidabilità per il controllo sulla qualità dei dati acquisiti.

### 2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per le misure dei microtremori ambientali, elaborata attraverso la tecnica HVSR, è costituita da un tromografo digitale (Tromino® di Micromed S.p.A.) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN.

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata per l'indagine MASW sono costituite da:

un sistema di energizzazione ad impatto verticale costituito da una mazza del peso di 10 kg battente verticalmente su piastra quadrata in teflon di dimensioni di 20 x 20 x 5 cm posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde Rayleigh;

un sistema di energizzazione ad impatto orizzontale costituito da una mazza del peso di 10 kg battente orizzontalmente su traversina in legno posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde Love;

un sistema di ricezione costituito da 24 geofoni orizzontali monocomponente con frequenza propria di 4.5 Hz;

un sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo P.A.S.I. modello 16S24U; due cavi sismici telemetrici di 55 m ciascuno; un notebook PC Windows XP con software di acquisizione P.A.S.I. a 24 canali;

un sistema di trigger: consistente in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati

## **2.2 INDAGINE HVSR: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE**

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma un ruolo fondamentale nella produzione dei microtremori è rivestito dalle onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_s$ ;
- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Per quanto concerne il fenomeno della "doppia risonanza" (cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico, così come trasmesso in superficie, e quelle dei

manufatti ivi edificati) è noto che, dal punto di vista empirico, la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza.

La quantificazione della frequenza caratteristica di sito attraverso misure dirette di microtremore sismico può quindi essere di estremo aiuto nella fase di progettazione.

Le misure dei microtremori ambientali, orientate secondo il Nord e della durata di 20 minuti ciascuna, sono state effettuate con il tromografo digitale Tromino<sup>®</sup> di Micromed S.p.A.. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

## **2.3 INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE**

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$ , sulla base della misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh / Onde di Love) eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente allineata all'array geofonico) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

In un mezzo stratificato le onde superficiali sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980 ) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde superficiali dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente verticale e possono essere registrate con geofoni verticali oppure con geofoni orizzontali disposti con l'asse nella direzione dello stendimento (radialmente allo stesso).

Un'altra tipologia di onde superficiali è rappresentata dalle onde di Love; queste, a differenza delle onde di Rayleigh, si formano solo in caso di gradiente di velocità "positivo", ovvero quando tra lo strato  $n$  e lo strato  $n+1$  (più profondo) la velocità aumenta.

Sono pertanto influenzate unicamente dalla velocità delle onde di taglio, dagli spessori e dalla densità del mezzo che attraversano e non dipendono dalla velocità delle onde compressionali (cosa che invece accade per le onde di Rayleigh).

Le onde di Love, generate con una sorgente "di taglio" trasversale alla direzione dello stendimento, vengono registrate con geofoni orizzontali posizionati con l'asse ortogonale allo stendimento.

Il software utilizzato per l'elaborazione (winMasw 5.0 Academy di Eliosoft) consente, attraverso l'utilizzo di un modulo apposito (Rayleigh & Love Joint Inversion) di eseguire un'inversione congiunta, ovvero contemporanea, delle onde di Rayleigh e delle onde di Love. In caso di doppia acquisizione (Rayleigh e Love) è pertanto possibile effettuare un doppio controllo in fase interpretativa con la conseguenza che il modello sismostratigrafico proposto sia più solido e quindi più attendibile. È bene ricordare che anche per il metodo MASW, così come tutti gli altri metodi indiretti, è interessato dal problema della non univocità ovvero spettri di velocità simili, possono essere generate da modelli diversi.

Negli spettri di velocità generati dalle onde di Love, i modi superiori sono meno presenti che in quelli generati dalle onde di Rayleigh; è pertanto più facile individuare il modo fondamentale mentre con le onde di Rayleigh, può accadere più facilmente che il modo fondamentale sia poco rappresentato e che venga scambiato per esso un modo superiore comportando una sovrastima delle velocità nel modello finale.

Tra i vantaggi della doppia acquisizione (Rayleigh e Love) si deve aggiungere anche il fatto che non è da escludere che, in alcuni siti, si ottengano cattive acquisizioni in onde di Rayleigh e buone acquisizioni in onde di Love e viceversa.

La metodologia utilizzata consiste in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs e il parametro Vs30.

Nella tabella seguente si riportano, per l'indagine MASW eseguita, la denominazione, i vari parametri di acquisizione e le caratteristiche geometriche dello stendimento:

<b>SITO 23 - PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINE SISMICA MASW</b>	
Coordinate GB centro stendimento	1642801; 4845028
Orientazione	SW-NE (N31)
Dislivello altimetrico tra gli end-shots	0 cm
Lunghezza stendimento	46 m
Numero Geofoni	24
Distanza intergeofonica	2 m
Numero punti di energizzazione per estremo	3 (Rayleigh) 2 (Love)
Off-sets sorgenti (da ciascun estremo)	G1: 2 m, 3 m, 5 m (Rayleigh) G1: 3 m, 4 m (Love)
Durata acquisizione	1024 ms
Intervallo di campionamento	250 µs

Per valutare la validità delle ipotesi di monodimensionalità (strati piani e paralleli) sono state eseguite, relativamente alle onde di Rayleigh, acquisizioni coniugate con sorgenti a distanze crescenti pari a 2 m, 3 m e 5 dal primo (G1) e dall'ultimo (G24) geofono dello stendimento.

Le onde di Love sono state registrate con due acquisizioni generate da una sorgente posta a distanza crescente pari a 2 m e 4 m dal primo geofono di ogni stendimento (G1).

Durante il processo di elaborazione, al fine di minimizzare le possibili soluzioni e cercare la più sensata coerenza tra lo spettro di velocità sperimentale e le curve di dispersione teoriche che possono generare tale spettro, ci si è avvalsi dei dati acquisiti con il sondaggio in sismica passiva eseguito in situ, lungo lo stendimento.

### 3 ANALISI DEI RISULTATI

#### 3.1 INDAGINI HVSR:

Nella tabella seguente si riportano, per ogni indagine tromografica, la denominazione, le coordinate Gauss Boaga, i parametri di acquisizione e la data di esecuzione:

<b>PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR</b>					
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga		Durata acquisizione	Frequenza di campionamento	Data acquisizione
<b>Sito 01</b>	<b>1645483</b>	<b>4841175</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 02</b>	<b>1645766</b>	<b>4841890</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 03</b>	<b>1644662</b>	<b>4842559</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 04</b>	<b>1645515</b>	<b>4843237</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 05</b>	<b>1644758</b>	<b>4843291</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 06</b>	<b>1645772</b>	<b>4843502</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 07</b>	<b>1645892</b>	<b>4843816</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 08</b>	<b>1644943</b>	<b>4843789</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 09</b>	<b>1644544</b>	<b>4844000</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 10</b>	<b>1645211</b>	<b>4844415</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>27.06.2013</b>
<b>Sito 11</b>	<b>1645939</b>	<b>4845307</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 12</b>	<b>1646625</b>	<b>4845108</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 13</b>	<b>1640034</b>	<b>4851504</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 14</b>	<b>1638302</b>	<b>4848418</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 15</b>	<b>1641232</b>	<b>4846552</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 16</b>	<b>1644697</b>	<b>4847209</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 17</b>	<b>1644842</b>	<b>4848987</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 18</b>	<b>1642905</b>	<b>4845001</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 19</b>	<b>1642479</b>	<b>4845006</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 20</b>	<b>1644413</b>	<b>4846000</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>08.10.2013</b>
<b>Sito 21</b>	<b>1643146</b>	<b>4844561</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 22</b>	<b>1643910</b>	<b>4844354</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 23</b>	<b>1642799</b>	<b>4845029</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>
<b>Sito 24</b>	<b>1646428</b>	<b>4843090</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>10.01.2013</b>

Tabella riassuntiva indagini tromografiche.

I risultati ottenuti dall'esecuzione delle singole indagini tomografiche, elaborate attraverso il software Grilla 6.0 di Micromed S.p.A., sono stati verificati secondo le linee guida Sesame; in particolare, nella tabella sottostante si riporta la legenda relativa ai parametri verificati e ai criteri utilizzati.

#### Legenda Criteri Sesame, 2005

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni singola indagine tromografica, i valori della frequenza di picco e i valori di picco negli intervalli di frequenza inferiore a 1 Hz, compreso tra 1 Hz e 10 Hz e maggiore di 10 Hz.

Denominazione	Intervallo F < 1 Hz		Intervallo 1 Hz < F < 10 Hz		Intervallo F > 10 Hz	
	<i>frequenza di picco</i>	<i>valore di picco</i>	<i>frequenza di picco</i>	<i>valore di picco</i>	<i>frequenza di picco</i>	<i>valore di picco</i>
<b>Sito 01</b>			1.19	4.0		
<b>Sito 02</b>			tra 1.10 e 1.55	3.5		
<b>Sito 03</b>			tra 1.05 e 1.95	4.0		
<b>Sito 04</b>			tra 1.12 e 1.80	3.0		
<b>Sito 05</b>			1.25	4.2		
<b>Sito 06</b>			tra 1.20 e 2.10	2.6	22.70	2.30
<b>Sito 07</b>			tra 1.3 e 2.7	tra 2 e 3	40.00	2.00
<b>Sito 08</b>			tra 1.10 e 1.75	2.7		
<b>Sito 09</b>			diffuse tra 1.10 e 4.5	2.0 (max 2.65)		
<b>Sito 10</b>			diffuse tra 1.10 e 4.5	2.0		
<b>Sito 11</b>			diffuse tra 1.90 e 2.5	3.0		
<b>Sito 12</b>			diffuse tra 1.0 e 2.0	2.0	24.20	2.00
<b>Sito 13</b>					33.75	2.70
<b>Sito 14</b>			diffuse tra 1.60 e 2.15	2.0		
<b>Sito 15</b>					44.25	2.40
<b>Sito 16</b>						
<b>Sito 17</b>						
<b>Sito 18</b>			1.84	6.5		
<b>Sito 19</b>						
<b>Sito 20</b>			diffuse tra 1.10 e 6.0	2.0		
<b>Sito 21</b>			tra 1.20 e 1.90	5.0		
<b>Sito 22</b>			tra 1.10 e 1.80	4.0		
<b>Sito 23</b>			tra 1.35 e 2.0	5.0		
<b>Sito 24</b>			diffuse tra 1.20 e 4.0	2.4 (max 2.60)		

**Tabella frequenze di risonanza evidenziate nelle misure effettuate.**

Nella tabella seguente è riportata la classificazione della qualità delle misure tromografiche eseguite così come definita da *Albarello Castellaro* "Tecniche sismiche passive: indagine a stazione singola" Ingegneria Sismica Anno XXVIII – n.2 – 2011.

Denominazione misura	Durata misura (>15-20 min)	Stazionarietà del segnale	Isotropia del segnale (<30% max)	Assenza di disturbi significativi	Plausibilità fisica	Robustezza statistica (SESAME)	Presenza di picchi significativi	Classe di qualità
Sito 01	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 02	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 03	si	si	si	no	si	si	si	B1
Sito 04	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 05	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 06	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 07	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 08	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 09	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 10	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 11	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 12	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 13	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 14	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 15	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 16	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 17	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 18	si	si	si	si	si	no	si	B1
Sito 19	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 20	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 21	si	si	si	no	si	si	si	B1
Sito 22	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 23	si	si	si	si	si	no	si	B1
Sito 24	si	si	si	si	si	si	si	A1

**Classificazione della qualità delle misure di microtremore ambientale ai fini della microzonazione sismica. Verifica dei criteri di qualità.**

### 3.2 INDAGINE MASW:

Relativamente al Sito 23, la prospezione geofisica eseguita per mezzo dell'analisi della prova MASW e della prova H/V ivi eseguita, ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" nel sottosuolo per il sito indagato sia il relativo parametro Vs30: il modello di sottosuolo in termini di Vs è stato ottenuto dal fit congiunto delle curve H/V dell'indagine tomografica e delle curve di dispersione ricavate dall'indagine MASW.

L'analisi congiunta della dispersione delle onde di Rayleigh e delle onde di Love (derivata dalle acquisizioni MASW) nonché del rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del microtremore sismico (misurate col tomografo digitale) ha permesso di superare i problemi interpretativi delle singole metodologie – non univocità delle soluzioni – consentendo di ridurre notevolmente i possibili di modelli di sottosuolo responsabili di tali risposte sismiche.

Il profilo verticale delle Onde S, in corrispondenza della prova MASW, ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna è risultato il seguente:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	80
5.00	4.50	135
16.00	11.00	155
36.00	20.00	290
inf.	inf.	360

$$Vs(0.0-30.0)=189\text{m/s}$$

La velocità equivalente di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (Vs30) è calcolata con la seguente espressione:

$$Vs30 = 30/(\sum h_i/V_i)$$

Il profilo MASW indica una **Vs30, riferita al piano di campagna**, pari a **189 m/s**.

Pisa, Gennaio 2014

P3 s.n.c.  
**P3 s.n.c.**  
 Piazza Martiri della Libertà, 22/23  
 56127 PISA  
 C.F./P. IVA 01923910507

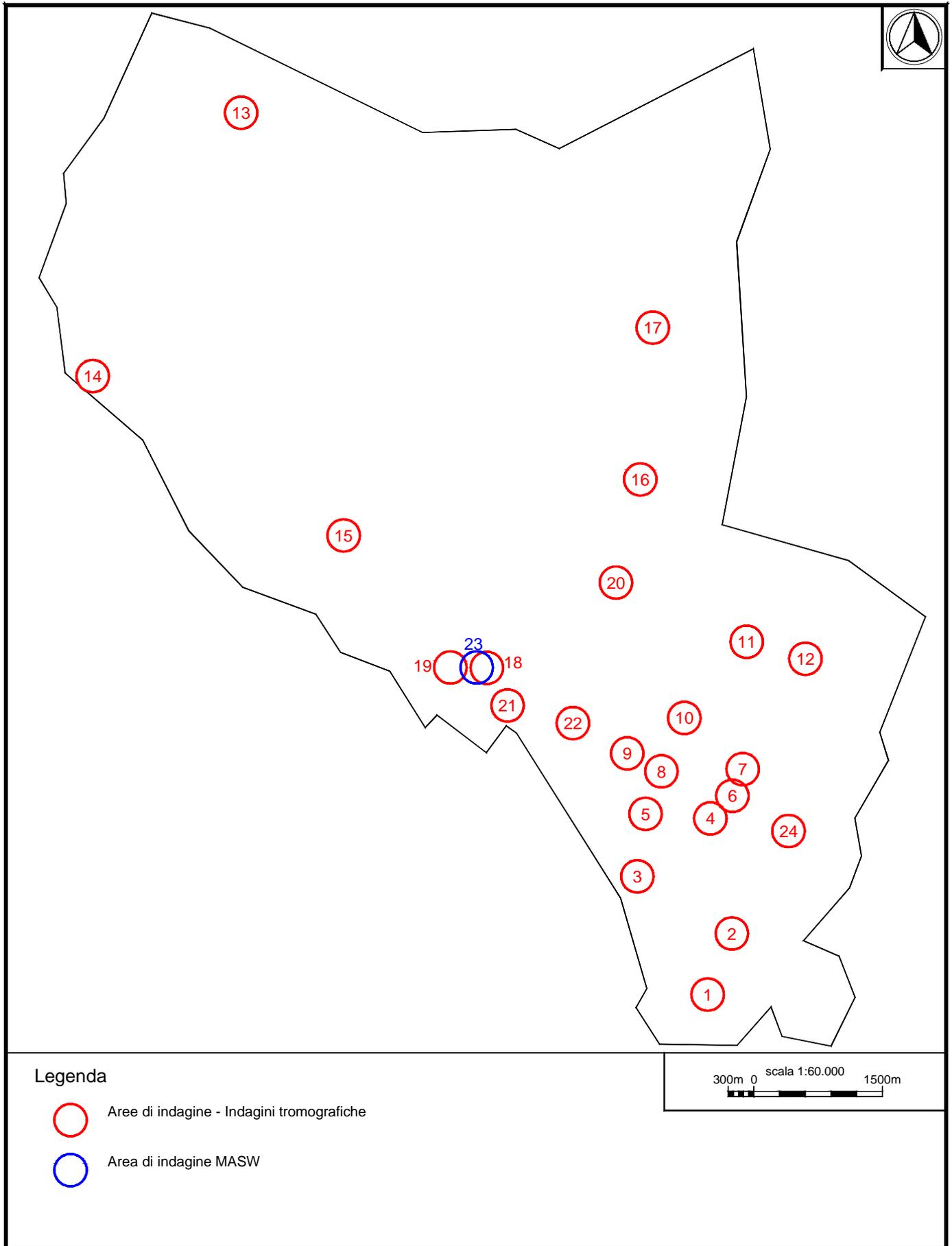
*Atto Benvenuti*

Nelle pagine seguenti, come indicato in tabella, per ogni sito indagato sono riportate la cartografia con l'ubicazione delle indagini eseguite (in scala 1:2.000), le elaborazioni specifiche e la documentazione fotografica.

Denominazione	Pagina
Sito 01 – Via di Ventignano	13
Sito 02 – Via dei Grani	18
Sito 03 – Via L. Banti	23
Sito 04 –Piazza XX Settembre	28
Sito 05 – Via dei Cerchi	33
Sito 06 – La Rocca	38
Sito 07 – Via Sotto le Vigne	43
Sito 08 – Viale Marco Polo	48
Sito 09 – Via E. Mattei	53
Sito 10 – Via Burello	58
Sito 11 – Via delle Colmate	63
Sito 12 – Via Citornella	68
Sito 13 - Querce	73
Sito 14 - Galleno	78
Sito 15 – Via Pesciatina	83
Sito 16 – La Torre	88
Sito 17 - Massarella	93
Sito 18 – Ponte a Cappiano - Stadio	98
Sito 19 – Ponte a Cappiano - Via Palagina	103
Sito 20 - Cioni	108
Sito 21 – Ponte a Cappiano – Pod. Casa Grande	113
Sito 22 – Mezzopiano	118
Sito 23 MASW – Ponte a Cappiano - Stadio	123
Sito 23 HV – Ponte a Cappiano - Stadio	128
Sito 24 – Via Martiri del Padule	134

Per ogni indagine HVSR si riportano il grafico della curva sperimentale H/V con liscio al 10%, la serie temporale H/V, lo spettro indicante la direzionalità del rumore, gli spettri delle tre componenti del moto in velocità con liscio al 10% e all'1% e la tabella con i risultati delle verifiche eseguite secondo le linee guida Sesame.

Per l'indagine MASW (Sito 23) sono riportati i sismogrammi, gli spettri di velocità e i modelli di dispersione relativi alle onde di Rayleigh e alle onde di Love nonché il profilo verticale delle Onde S ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna.



**Ubicazione Indagini. Inquadramento generale**

**J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA DI VENTIGNANO SITO\_01**

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 27/06/13 12:01:10 Fine registrazione: 27/06/13 12:21:11

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

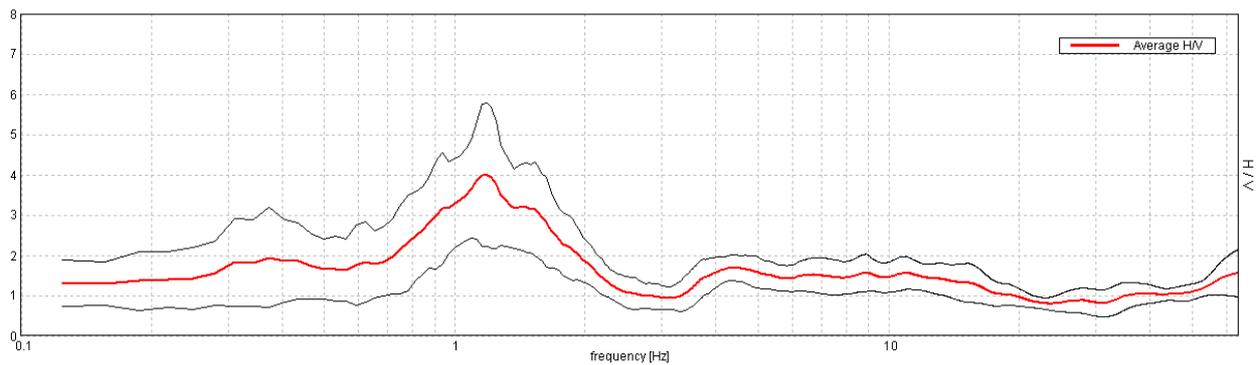
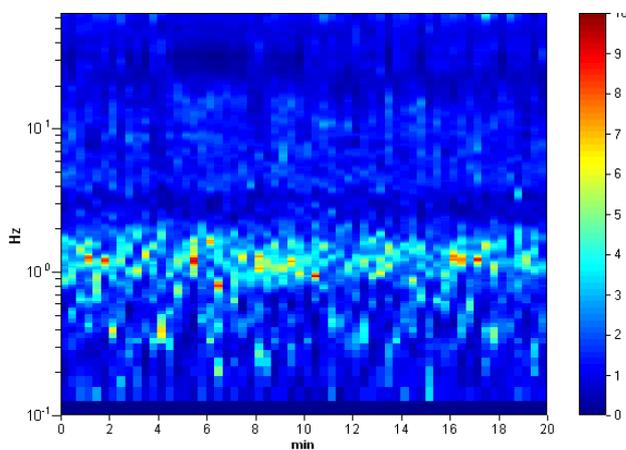
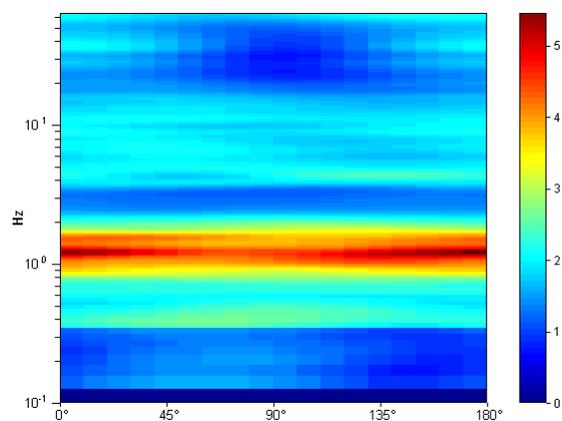
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

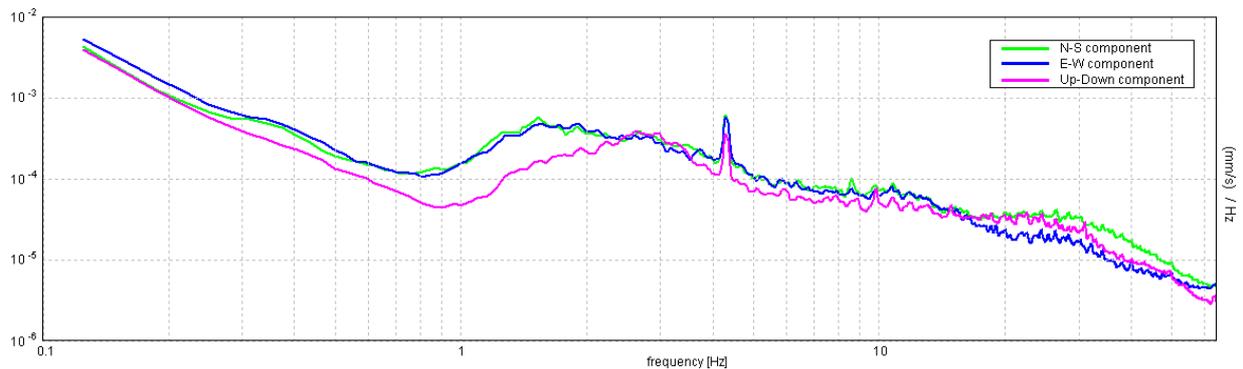
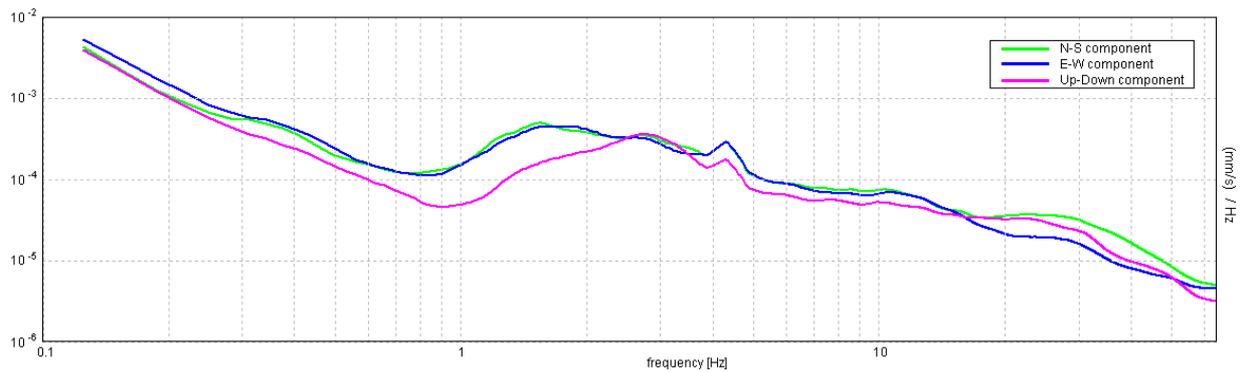
Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

Max. H/V at 1.19 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).

**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V**

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)

Sito 01. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.19 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

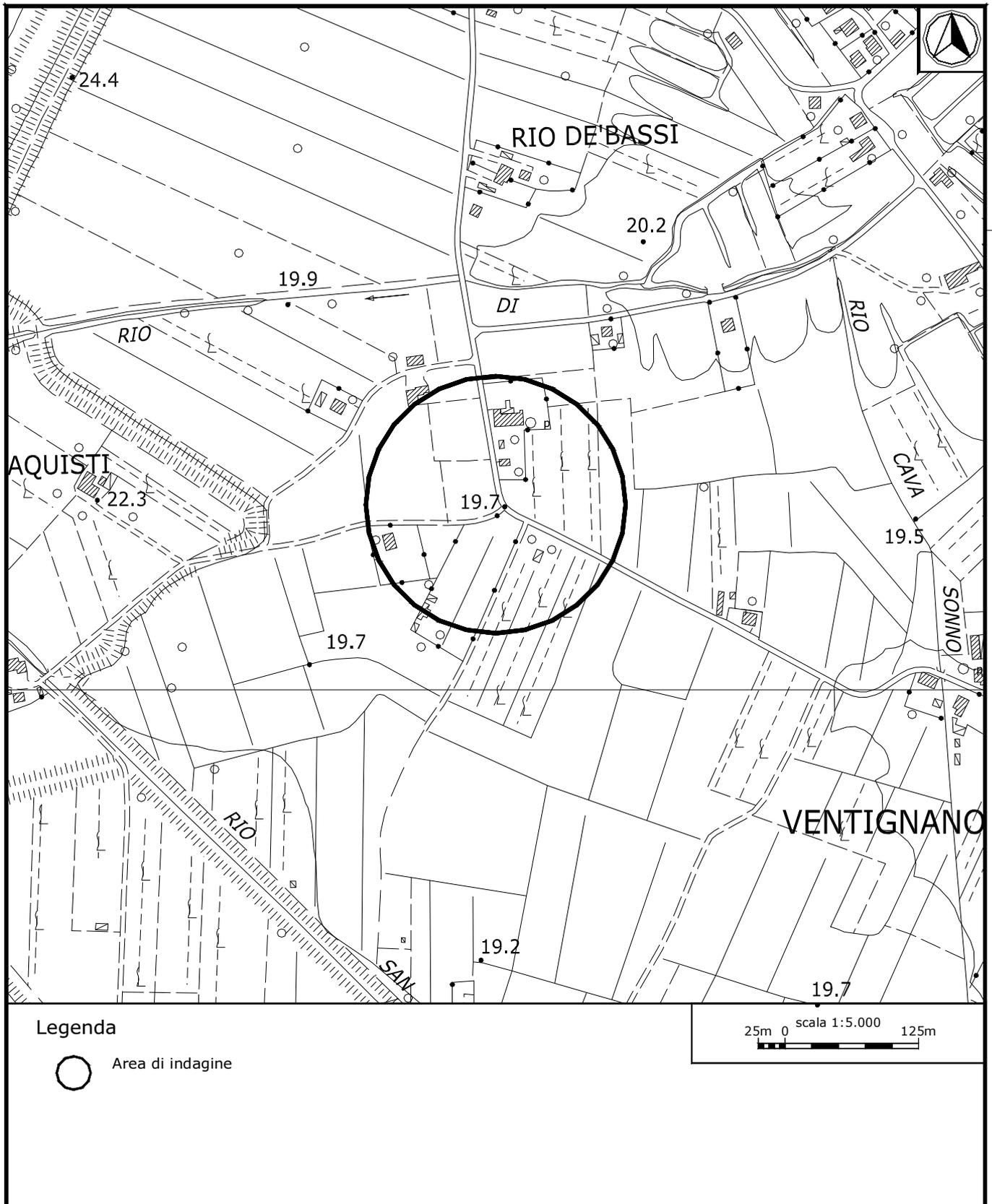
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.19 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1425.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 58	OK	

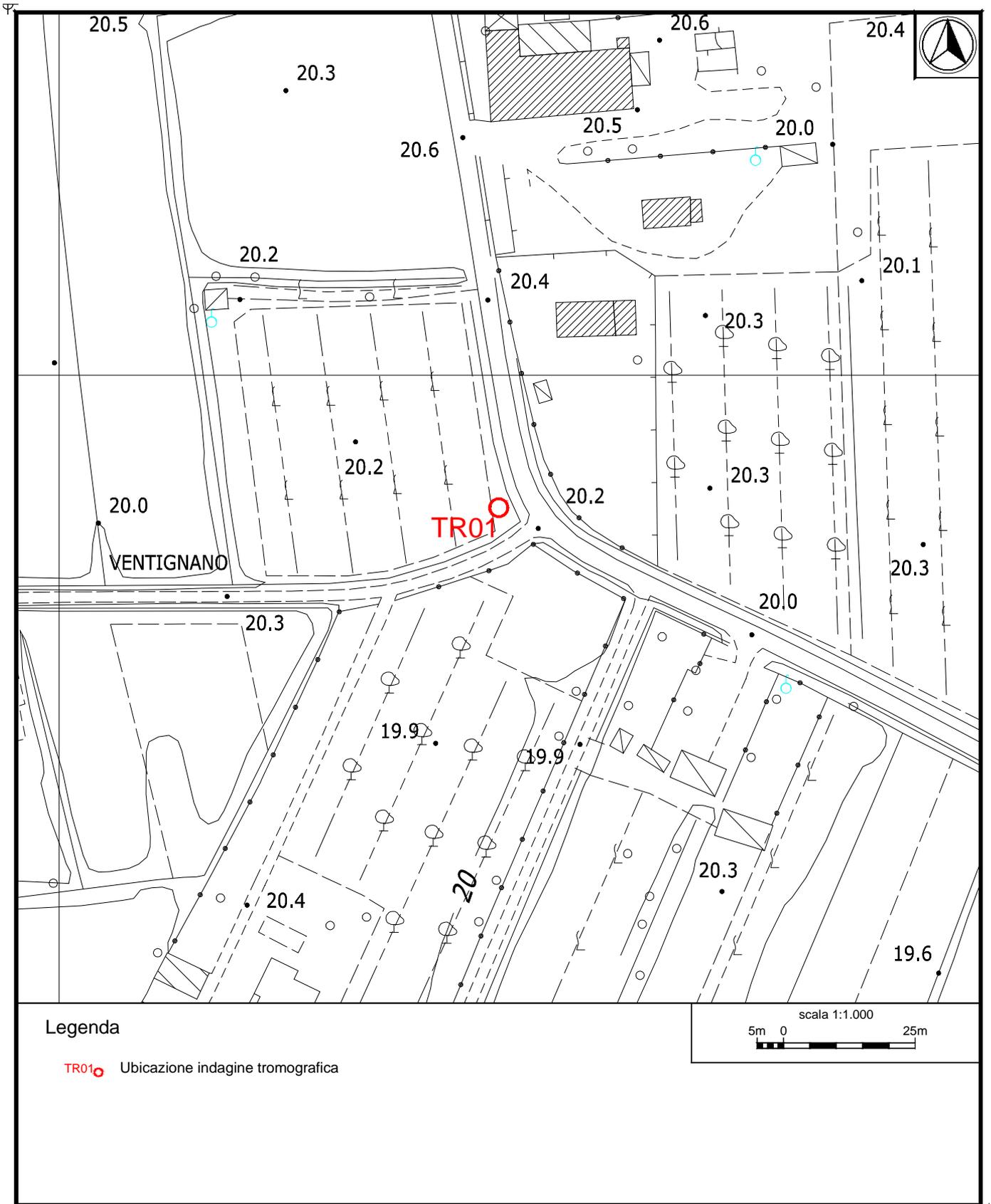
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.99 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06181  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.0734 < 0.11875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.7801 < 1.78$		NO



**Ubicazione Indagine in sismica passiva Sito 01. Inquadramento.**



**Ubicazione Indagine in sismica passiva Sito 01. Dettaglio.**



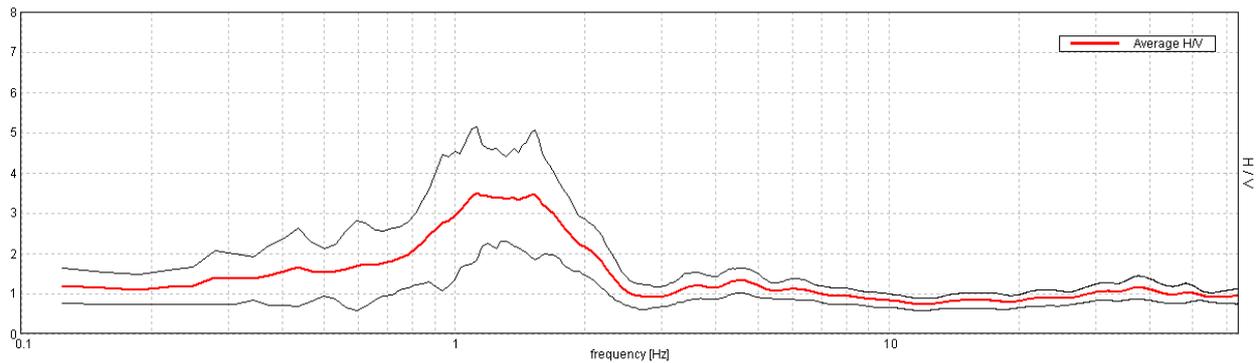
**Indagine Tromografica – Sito 01 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA DEI GERANI SITO\_02

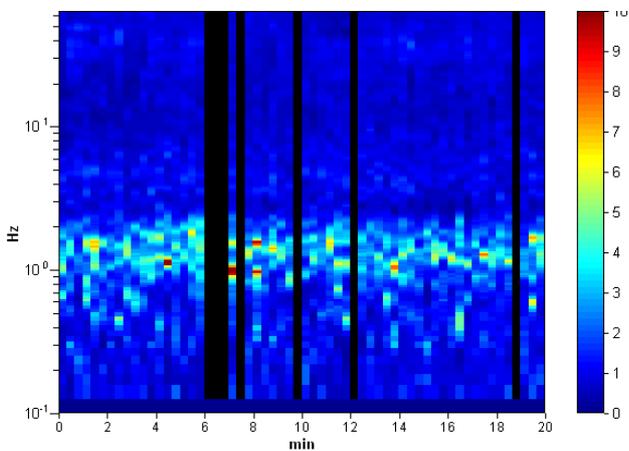
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 12:42:09 Fine registrazione: 27/06/13 13:02:10  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

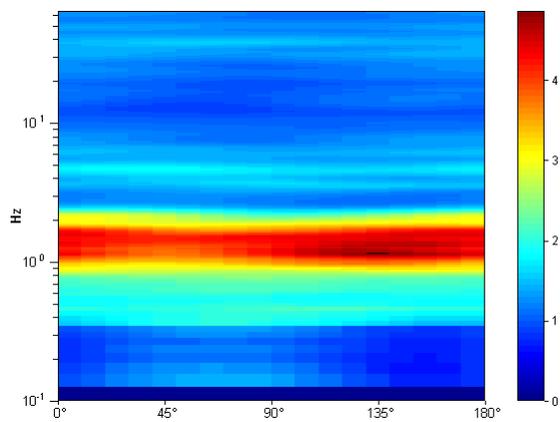
Max. H/V at 1.13 ± 0.33 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



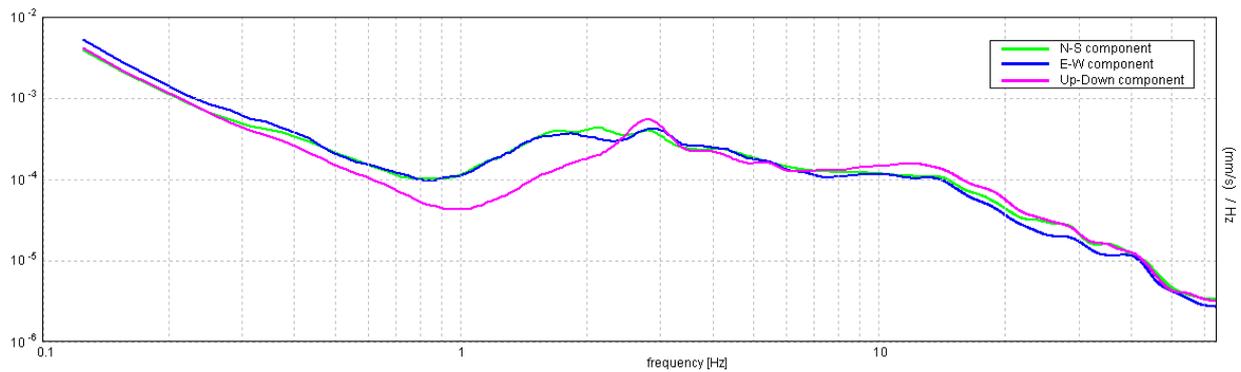
#### SERIE TEMPORALE H/V



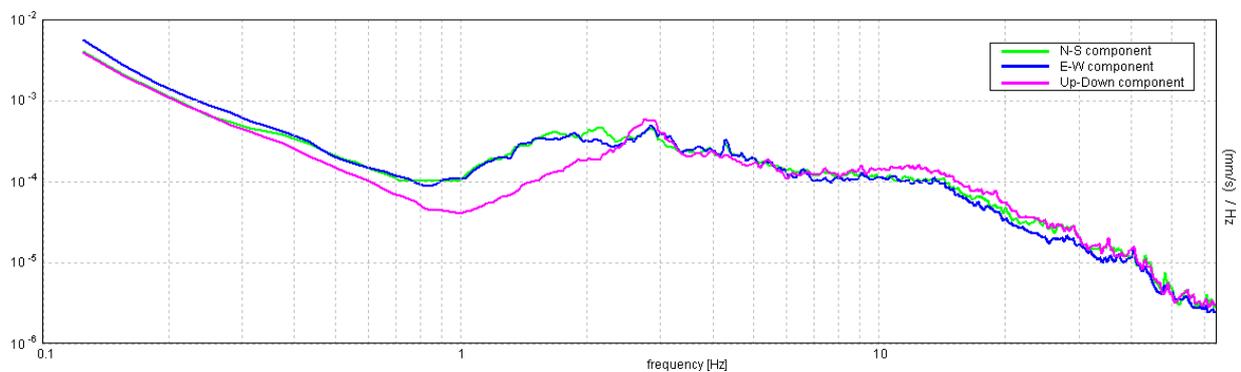
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 02. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.13 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

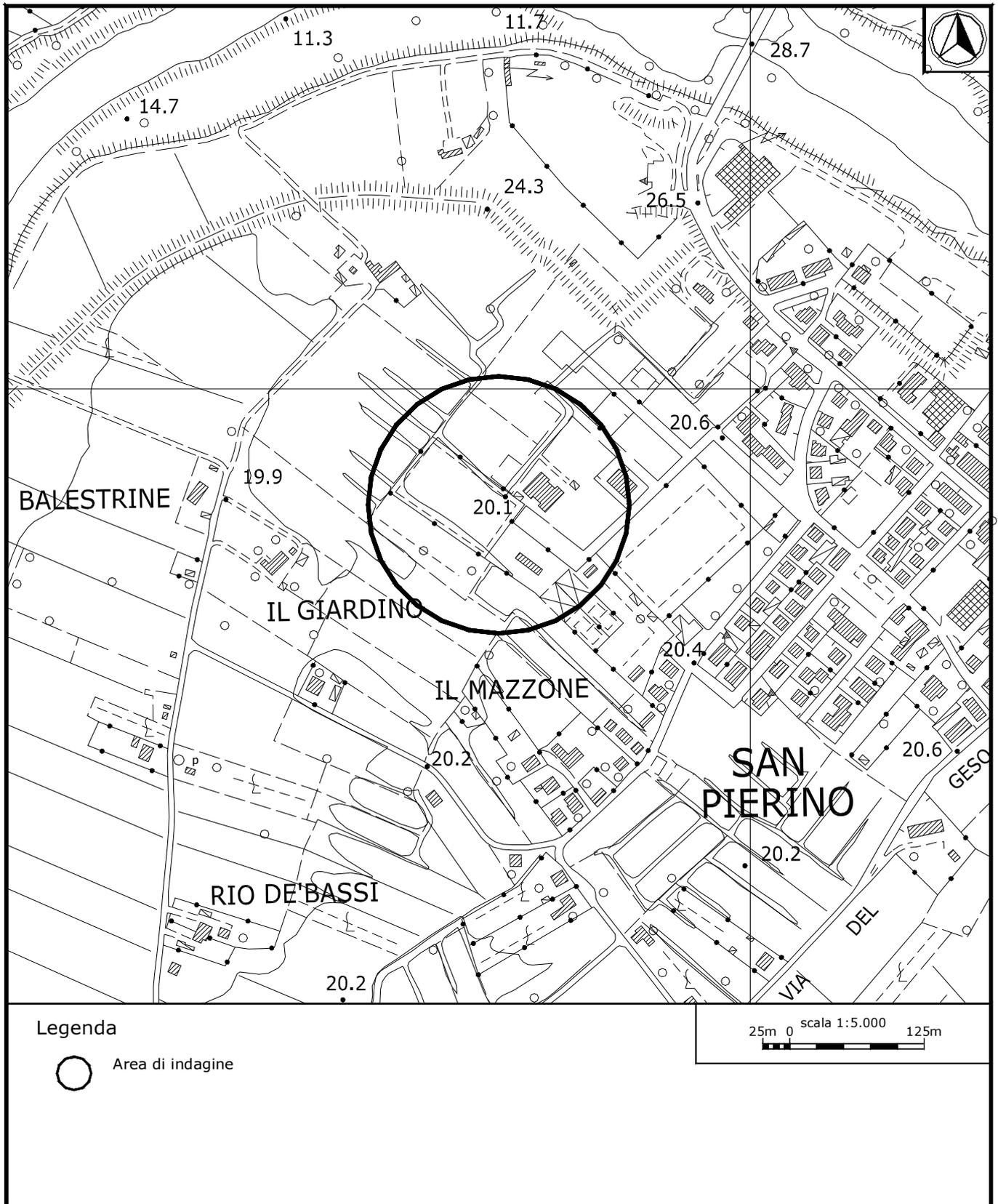
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1192.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 55	OK	

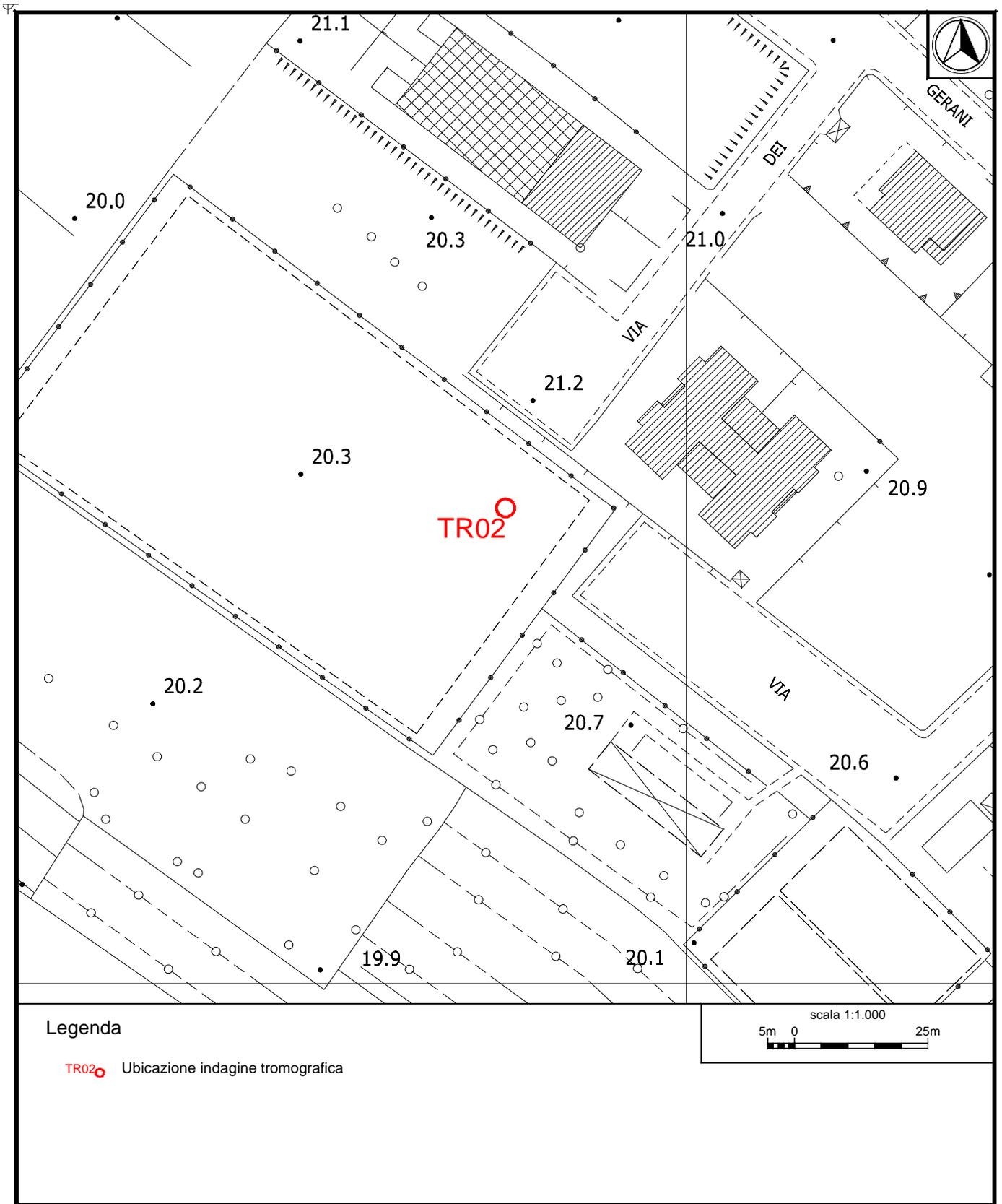
Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.656 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.50 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28915  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.3253 < 0.1125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.6523 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 02. Dettaglio.**



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 02. Dettaglio.



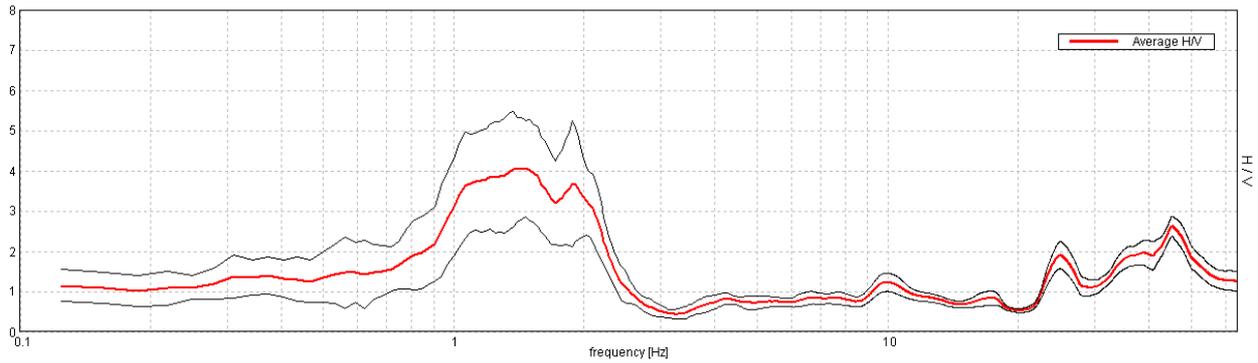
**Indagine Tromografica – Sito 02 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA L. BANTI SITO\_03**

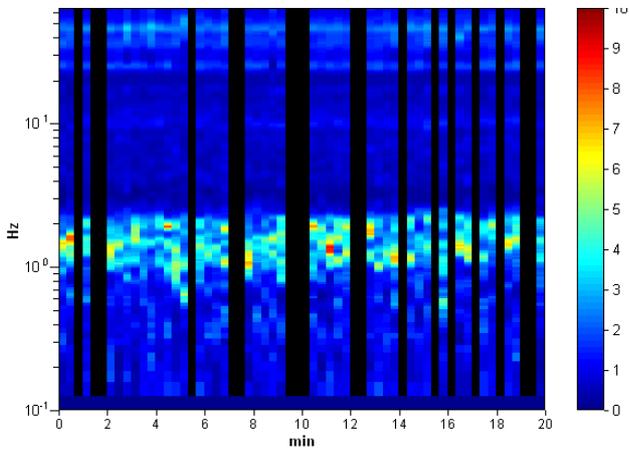
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 13:23:15 Fine registrazione: 27/06/13 13:43:16  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

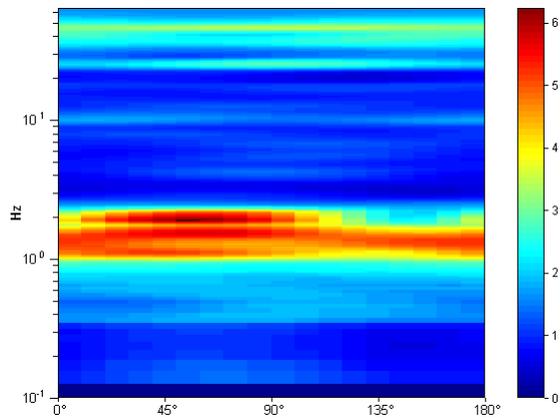
Max. H/V at 1.47 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



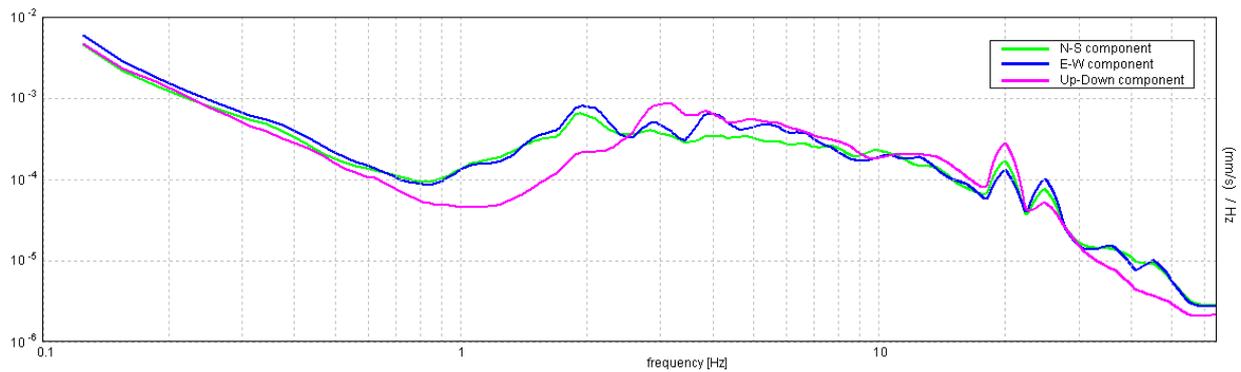
**SERIE TEMPORALE H/V**



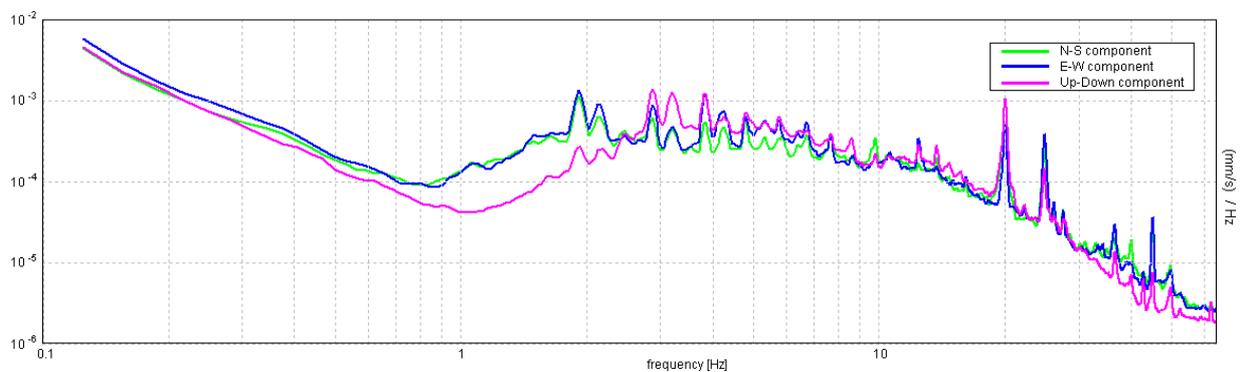
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 03. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.47 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

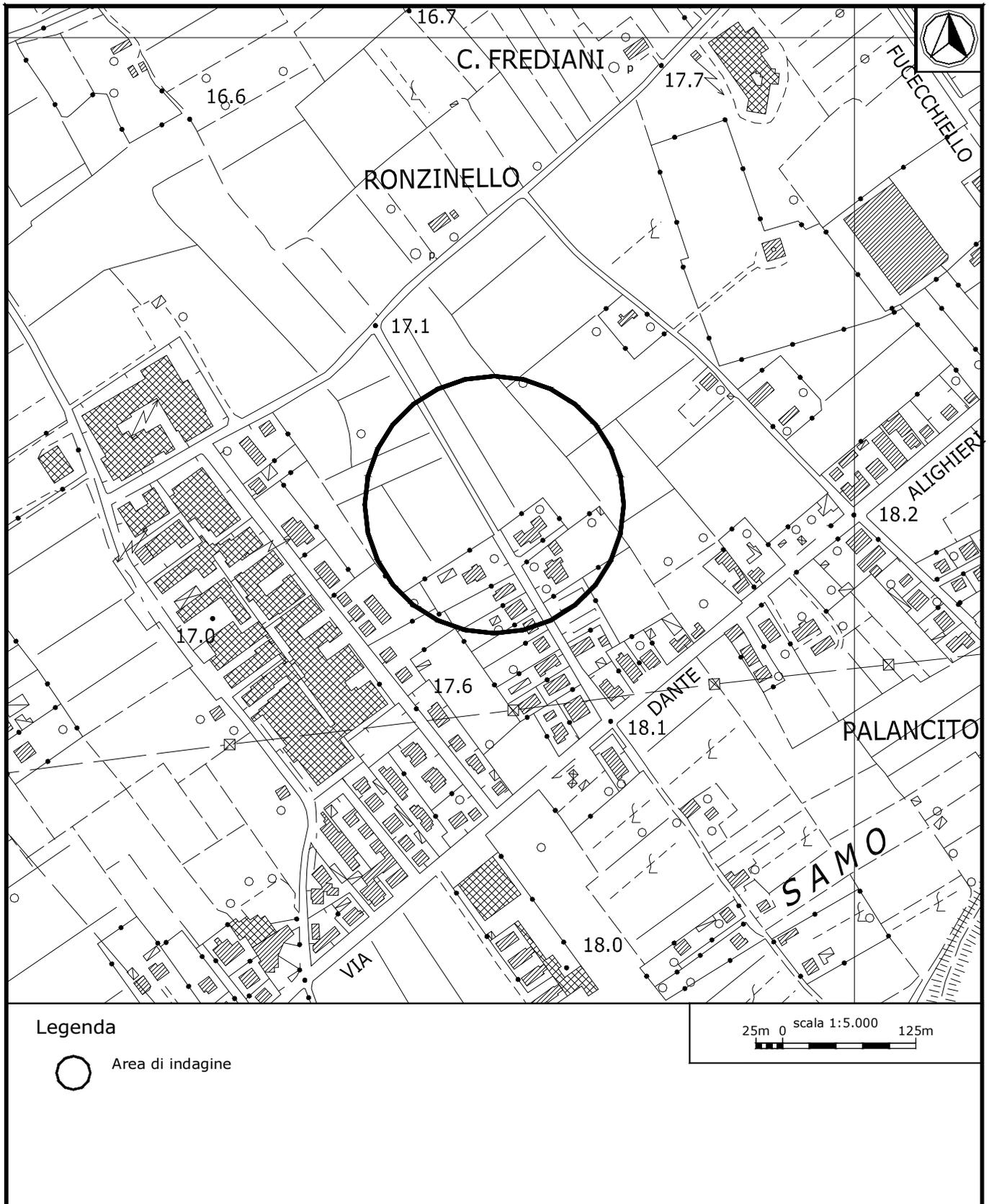
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.47 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1233.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 72	<b>OK</b>	

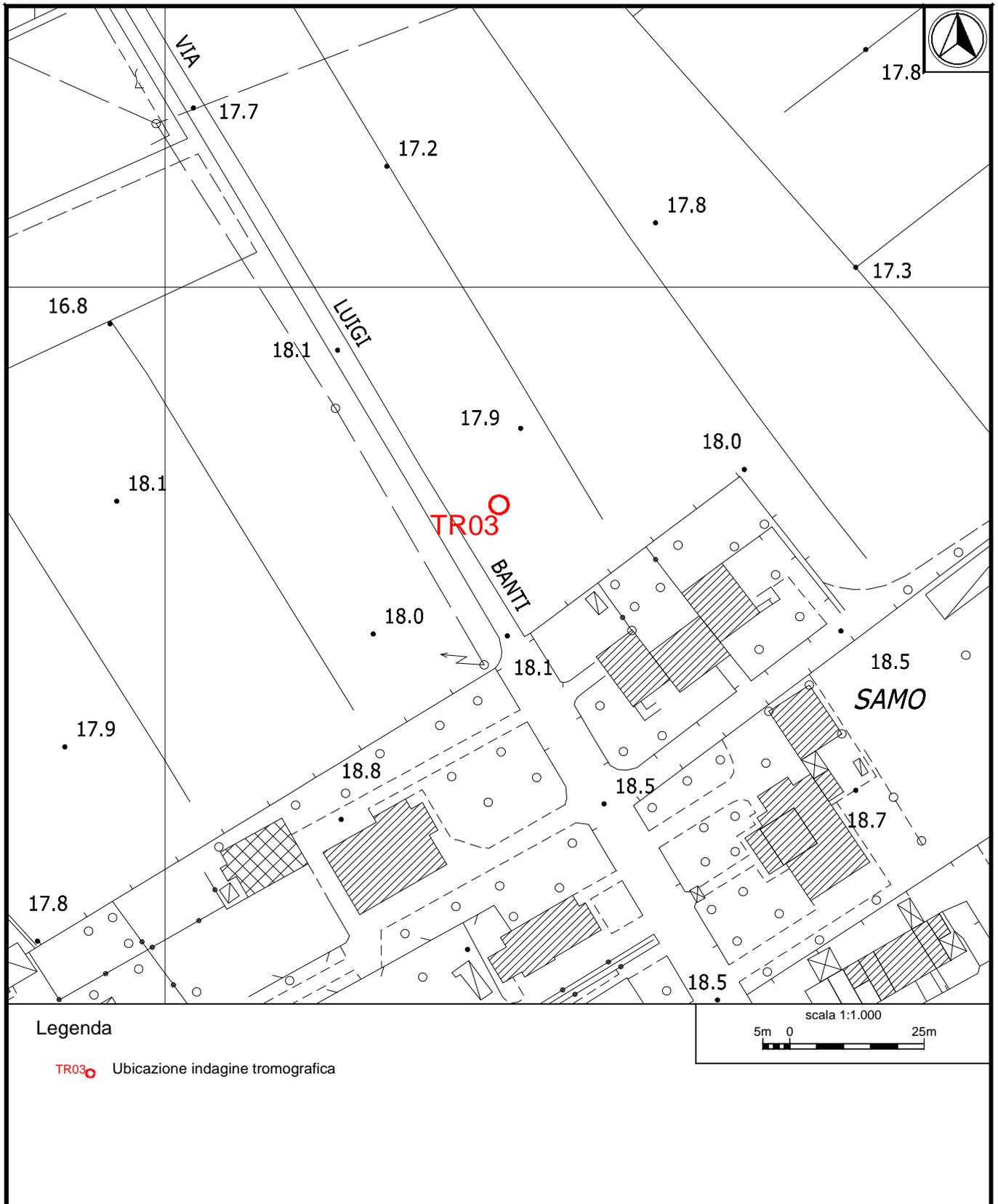
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.844 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.281 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.06 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02727  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.04005 < 0.14688$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.1891 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 03. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 03. Dettaglio.**



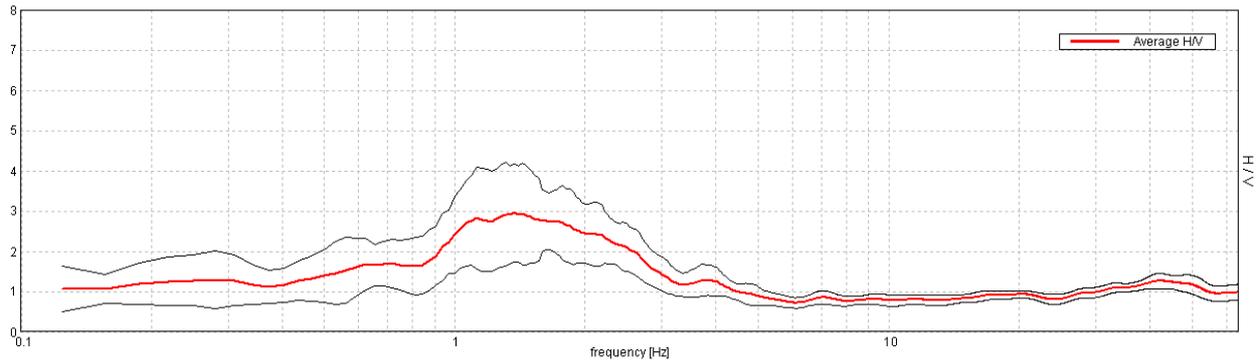
**Indagine Tromografica – Sito 03 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, PIAZZA XX SETTEMBRE SITO\_04**

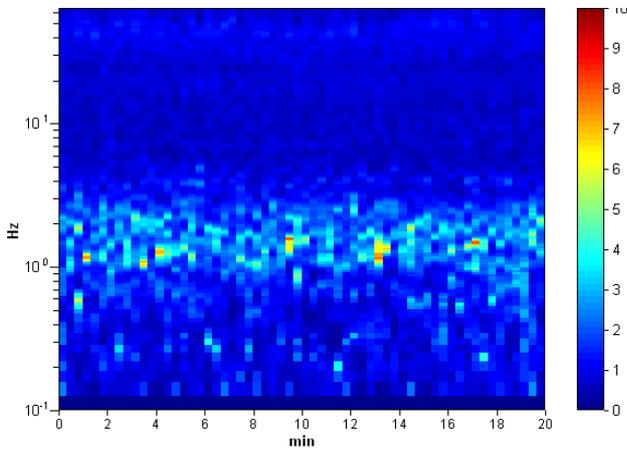
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 14:05:39 Fine registrazione: 10/01/14 14:25:39  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

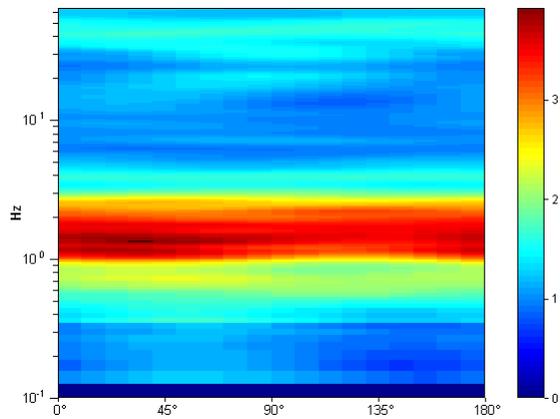
Max. H/V at 1.38 ± 0.25 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



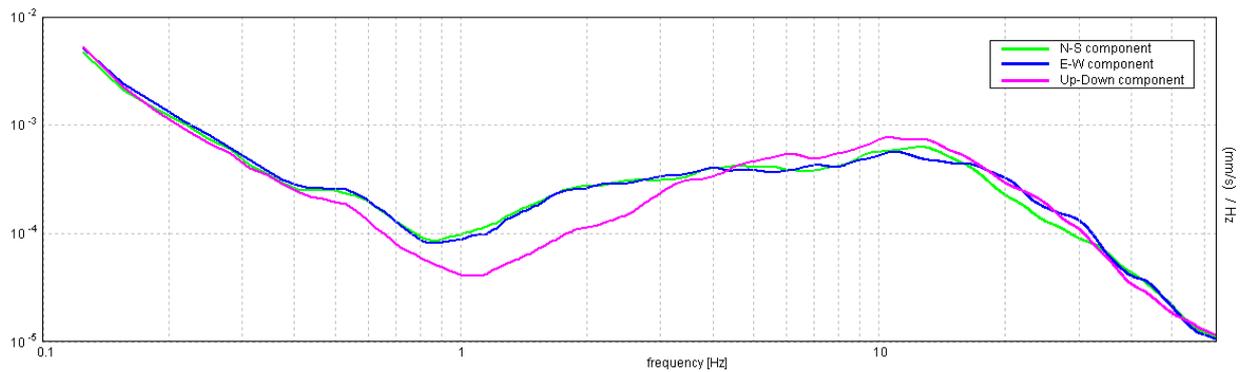
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 04. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.38 \pm 0.25$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

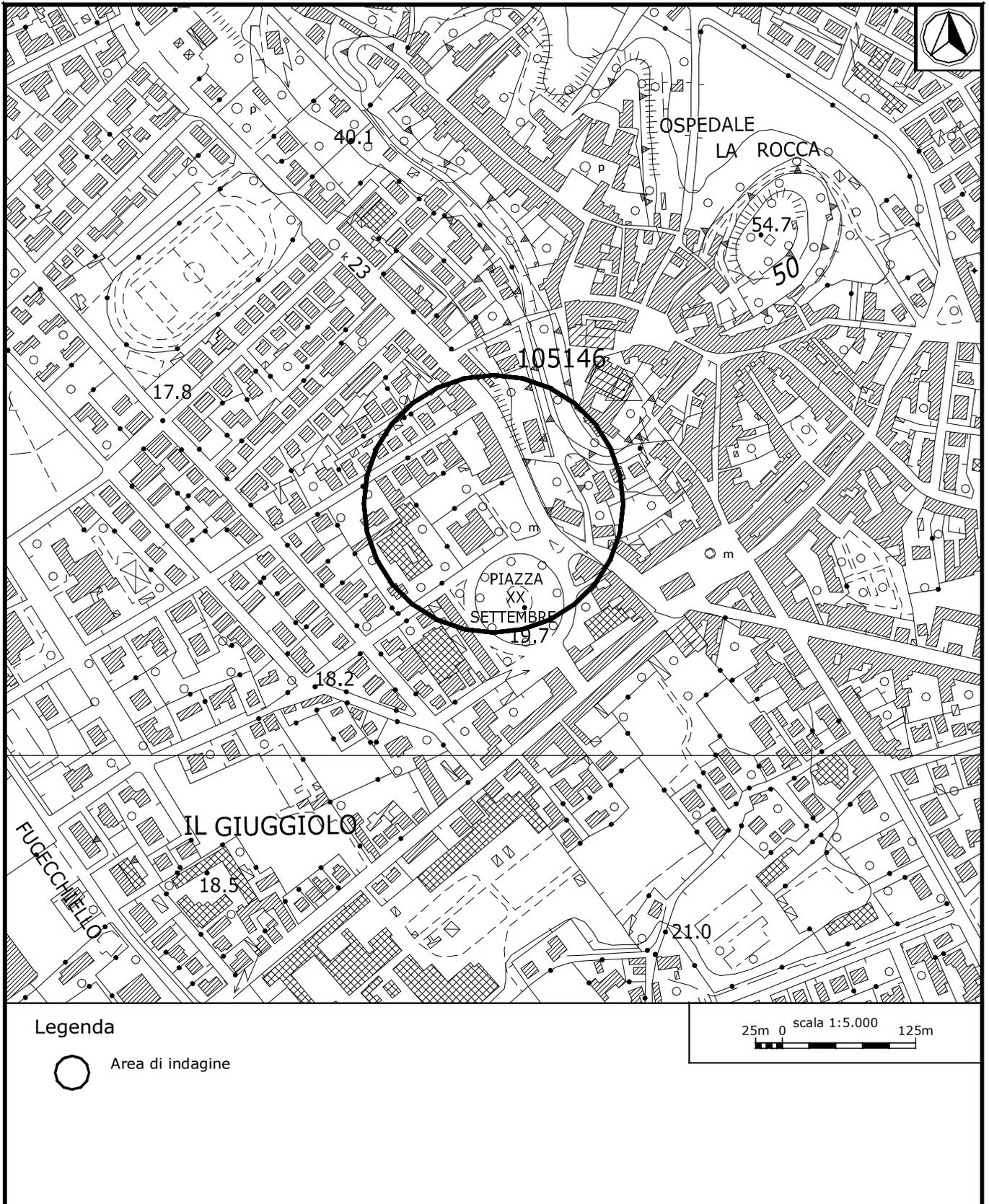
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1650.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 67	OK	

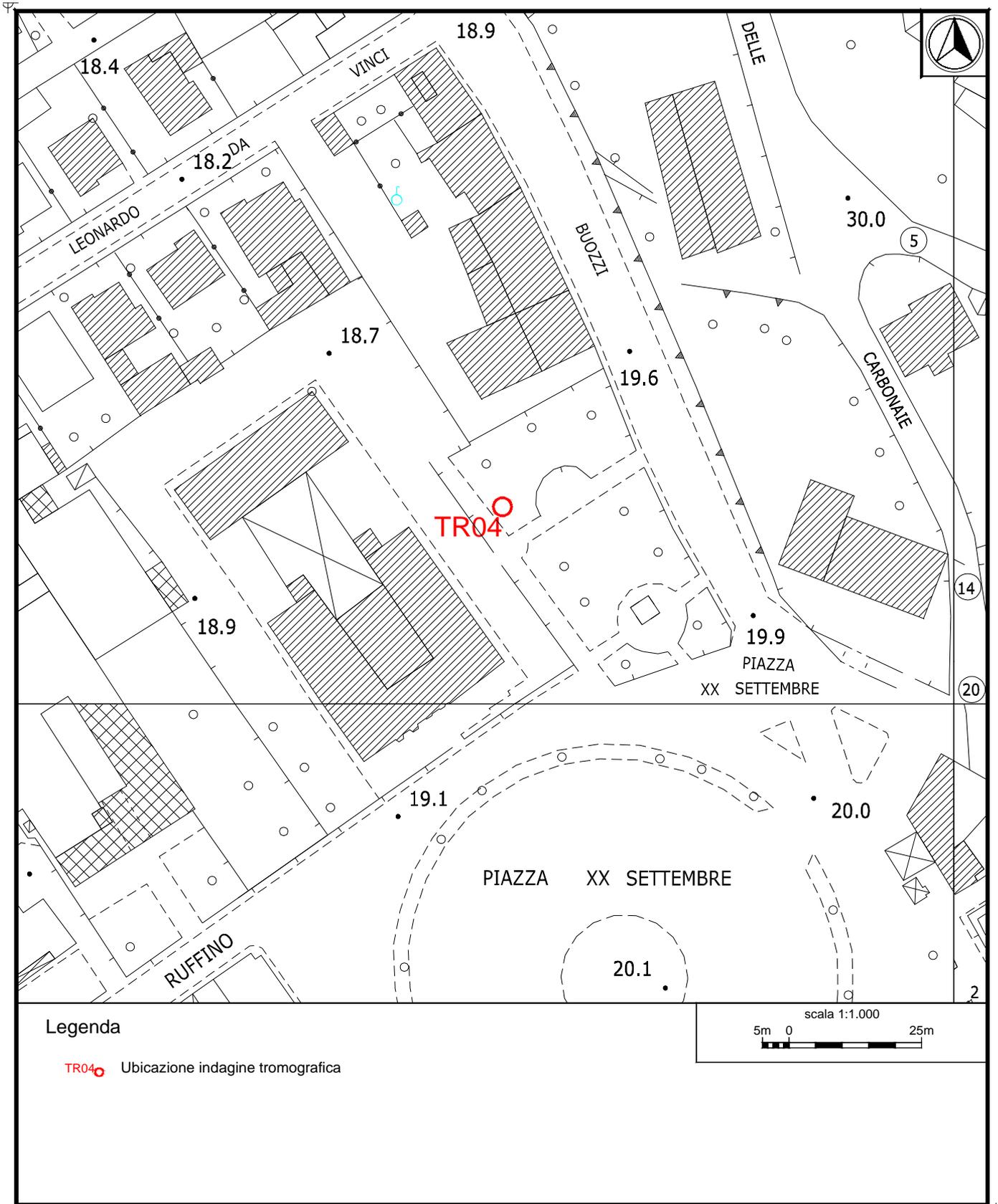
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.95 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18396  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.25294 < 0.1375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.213 < 1.78	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 04. Inquadramento.**



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 04. Dettaglio.



**Indagine Tromografica – Sito 04 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA DEI CERCHI SITO\_05**

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 27/06/13 14:21:29 Fine registrazione: 27/06/13 14:41:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

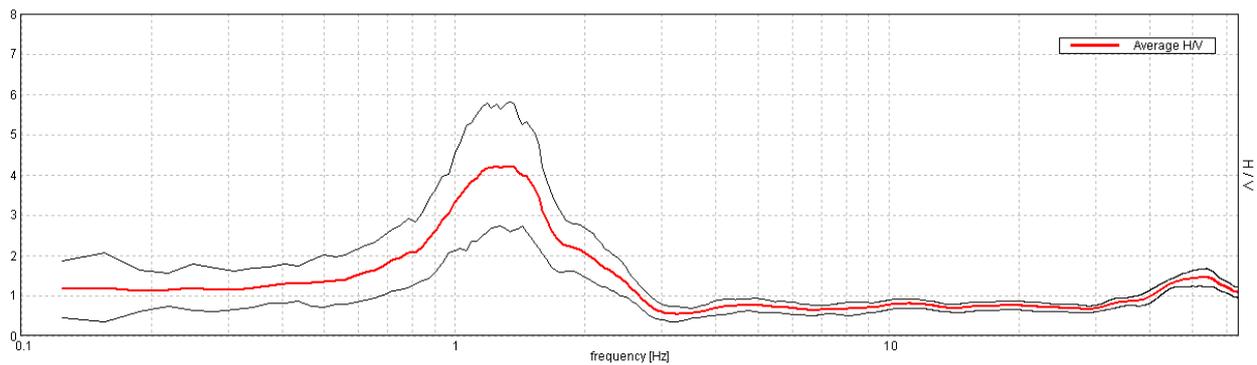
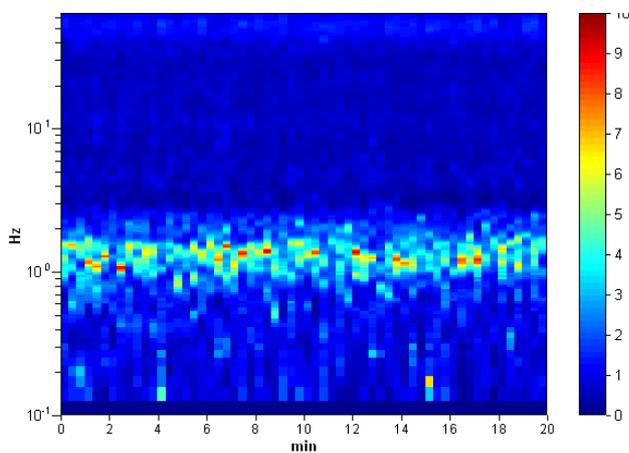
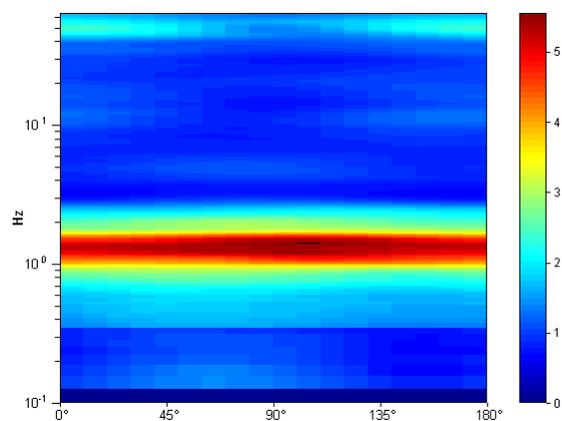
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

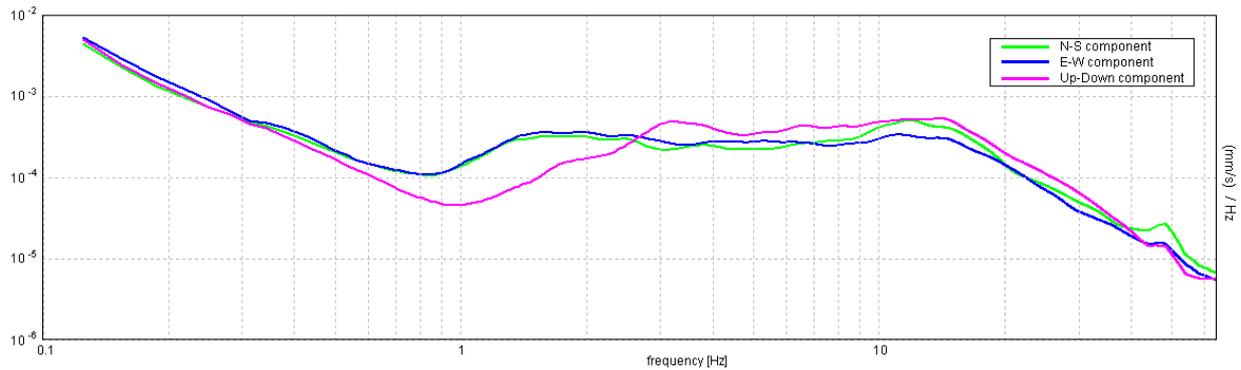
Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

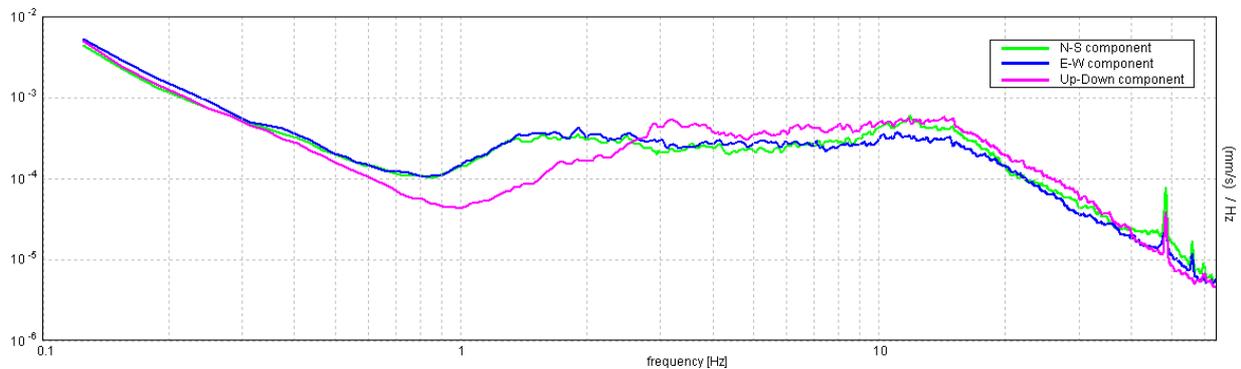
Max. H/V at 1.25 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).

**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V**

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 05. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

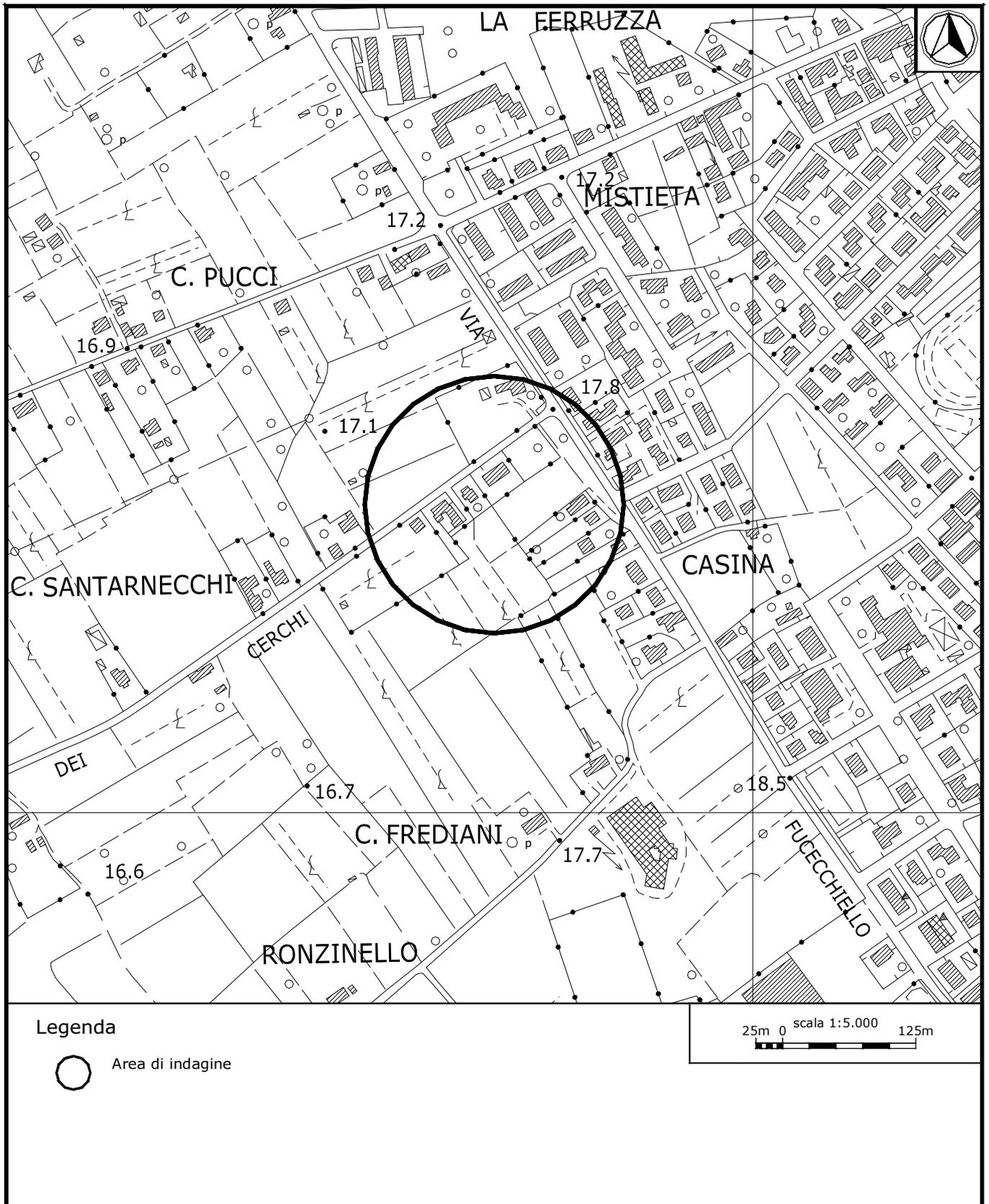
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1500.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 61	OK	

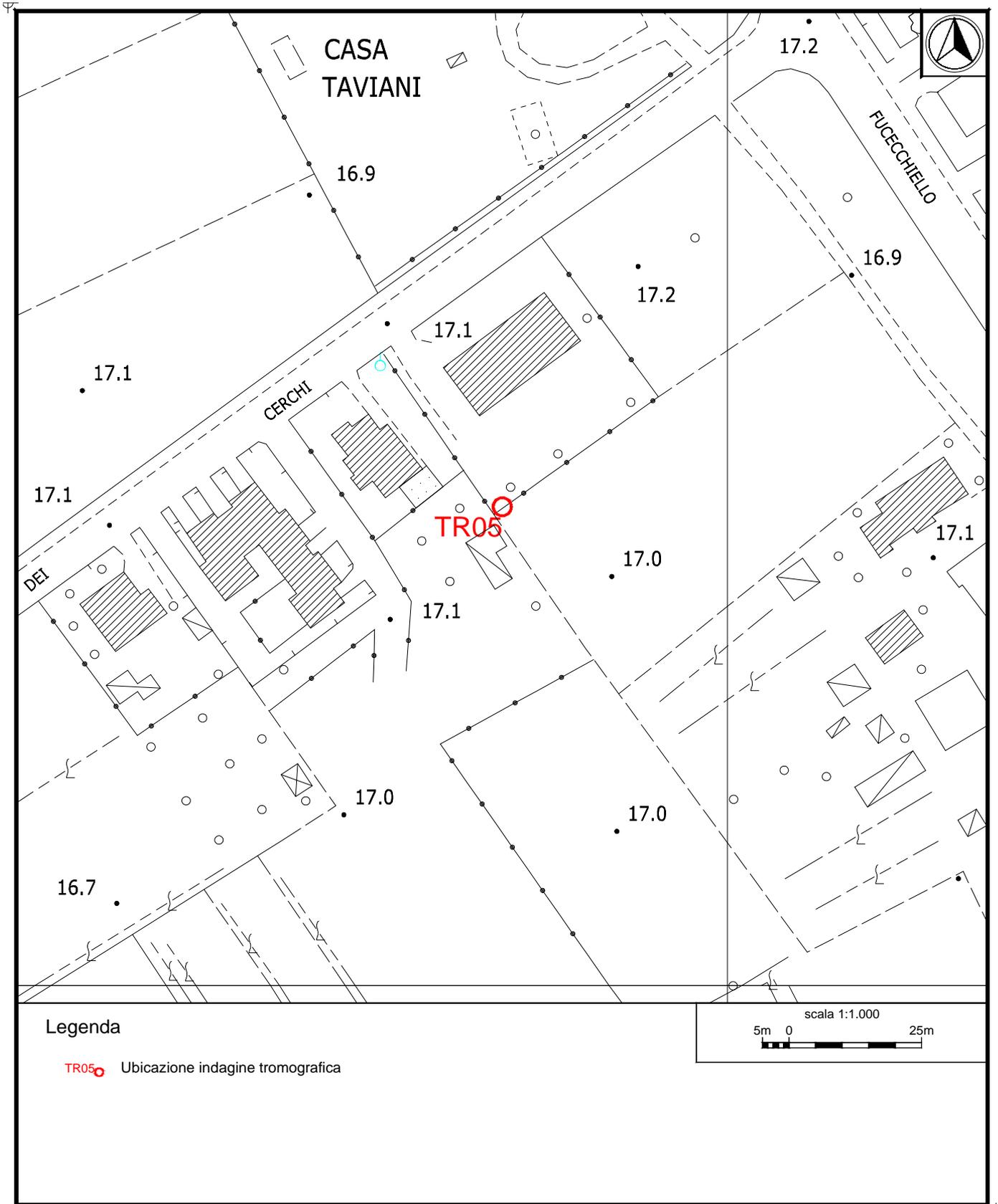
Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.813 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.23 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13409  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.16761 < 0.125		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.5282 < 1.78	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 05. Inquadramento.**



Legenda

TR05 Ubicazione indagine tromografica

Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 05. Dettaglio.



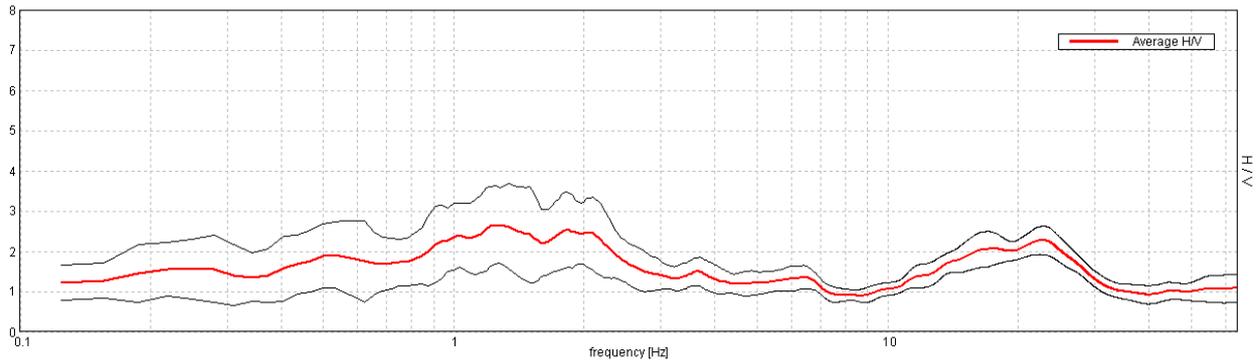
**Indagine Tromografica – Sito 05 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, LA ROCCA SITO\_06

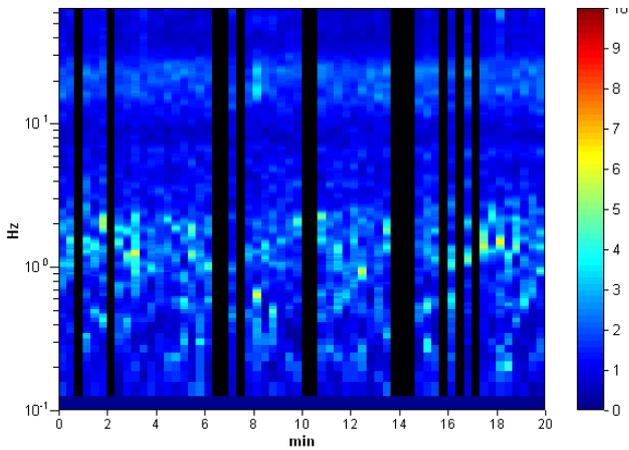
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 15:22:08 Fine registrazione: 10/01/14 15:42:09  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

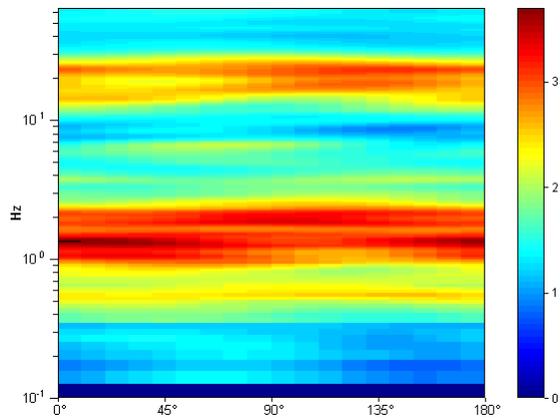
Max. H/V at 1.25 ± 0.31 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



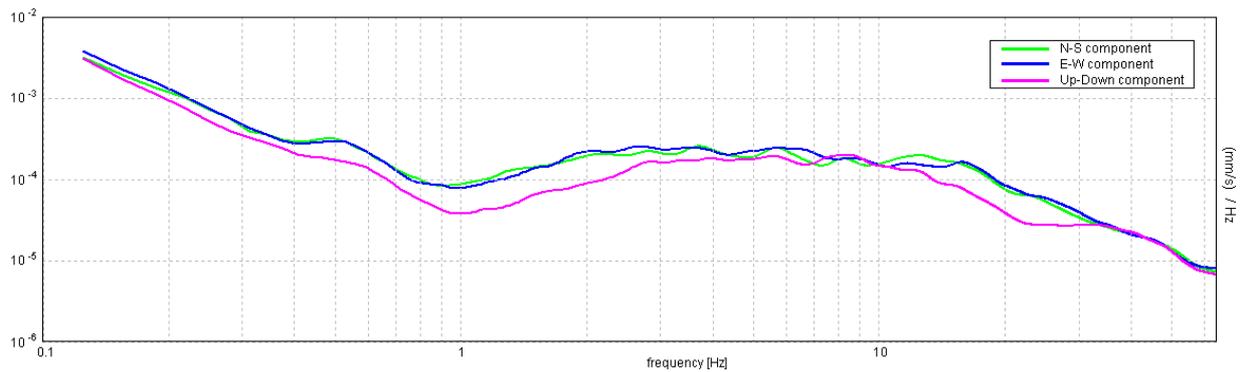
#### SERIE TEMPORALE H/V



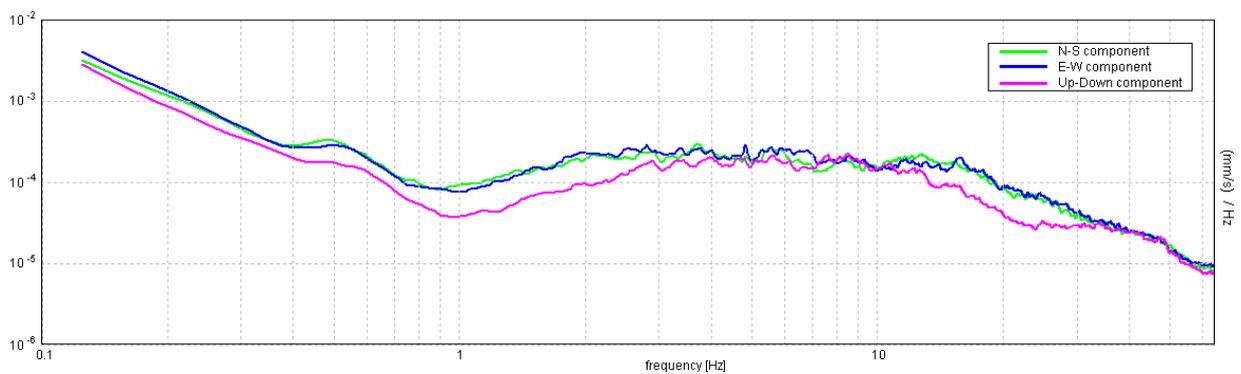
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 06. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.31$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

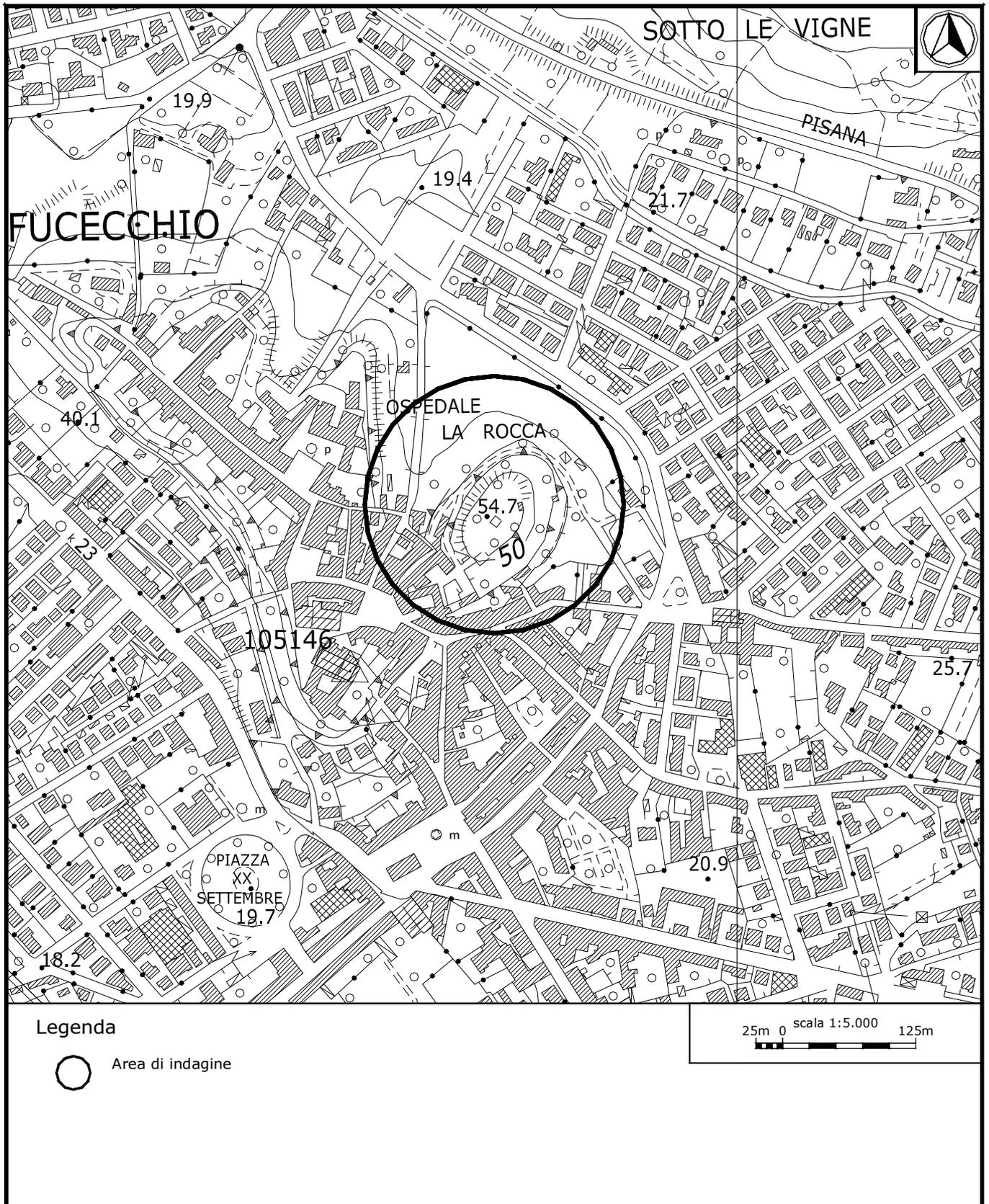
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1175.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

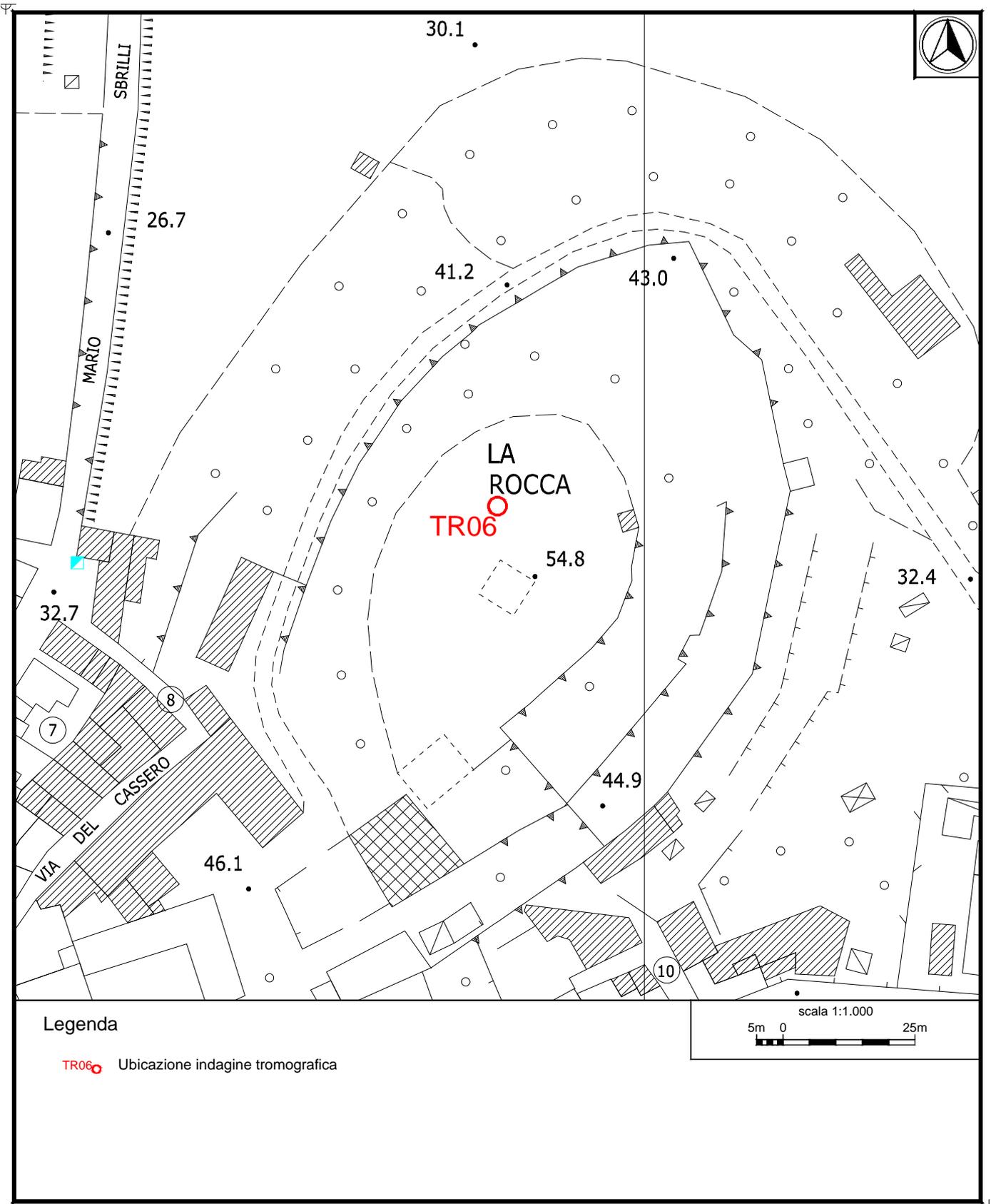
Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.66 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24802  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.31003 < 0.125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.9754 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 06. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 06. Dettaglio.**



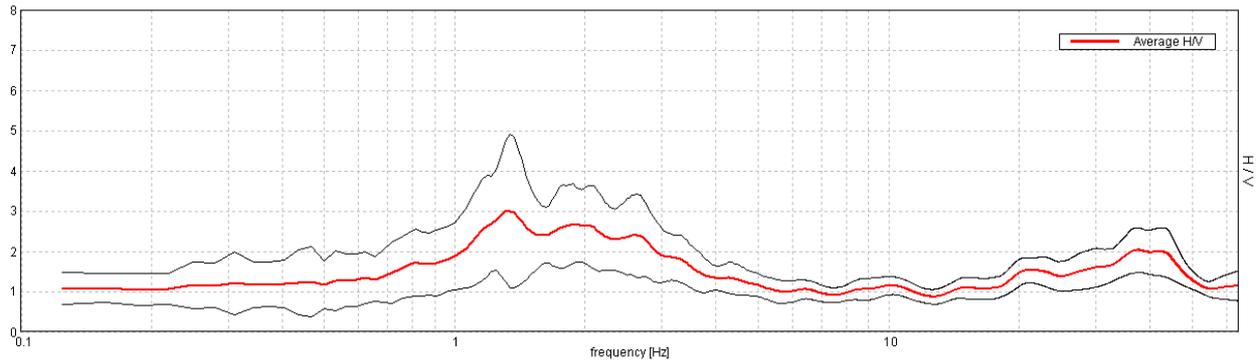
**Indagine Tromografica – Sito 06 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA SOTTO LE VIGNE SITO\_07**

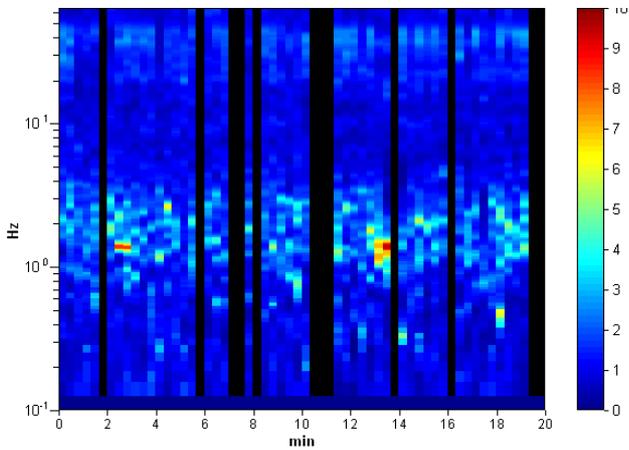
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 16:49:31 Fine registrazione: 27/06/13 17:09:32  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

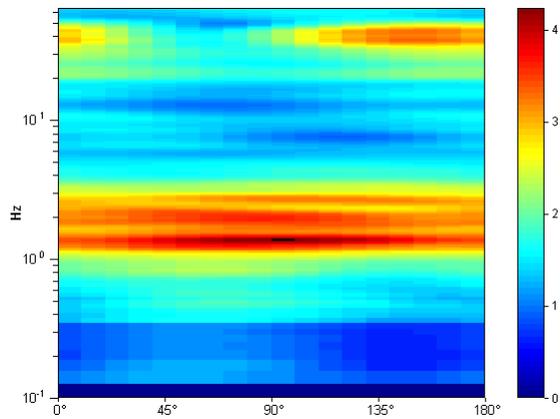
Max. H/V at 1.31 ± 0.27 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



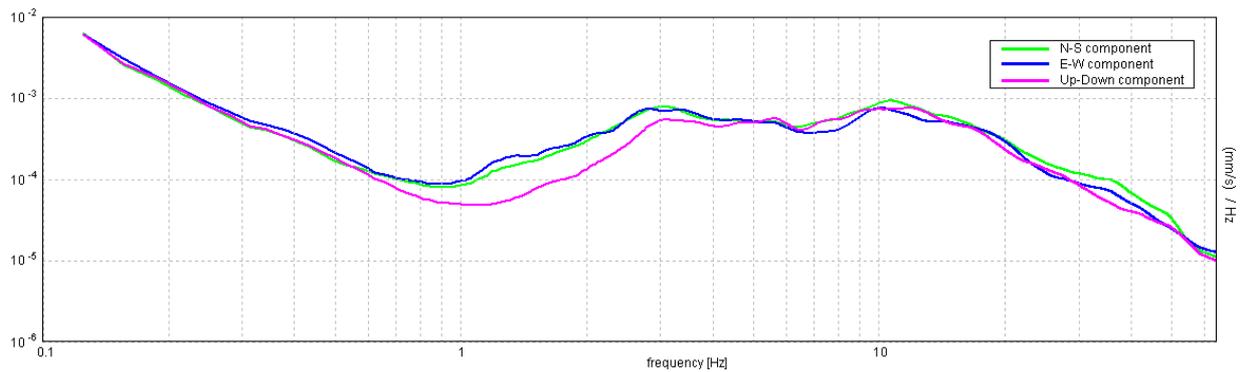
**SERIE TEMPORALE H/V**



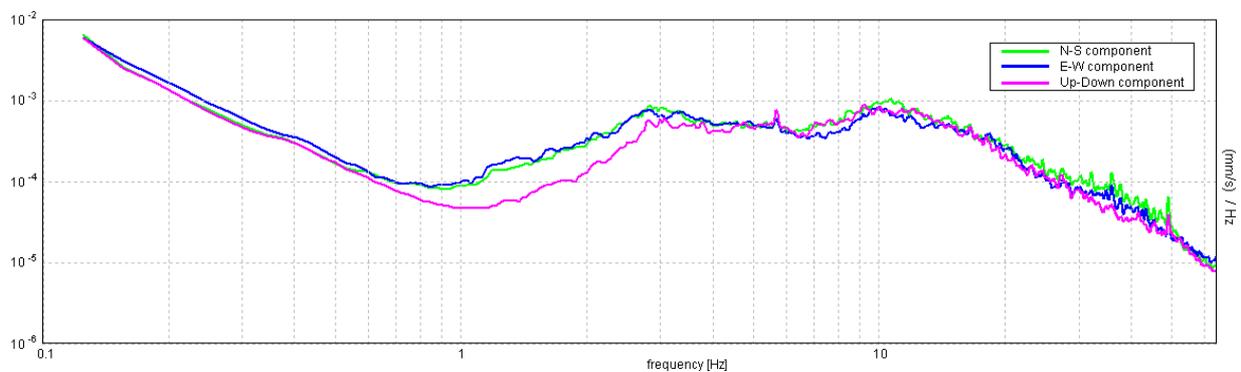
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 07. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.31 \pm 0.27$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

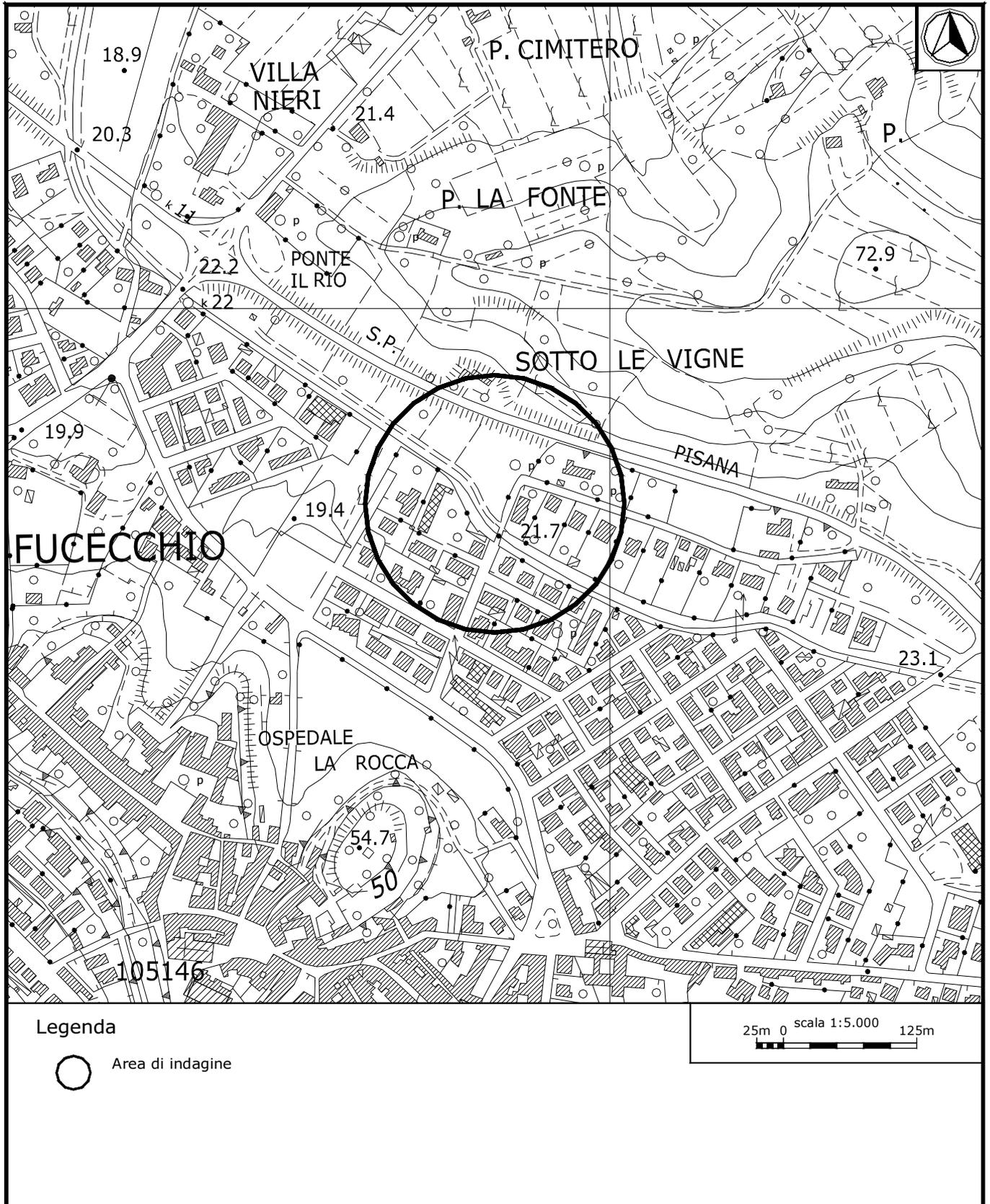
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1260.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 64	OK	

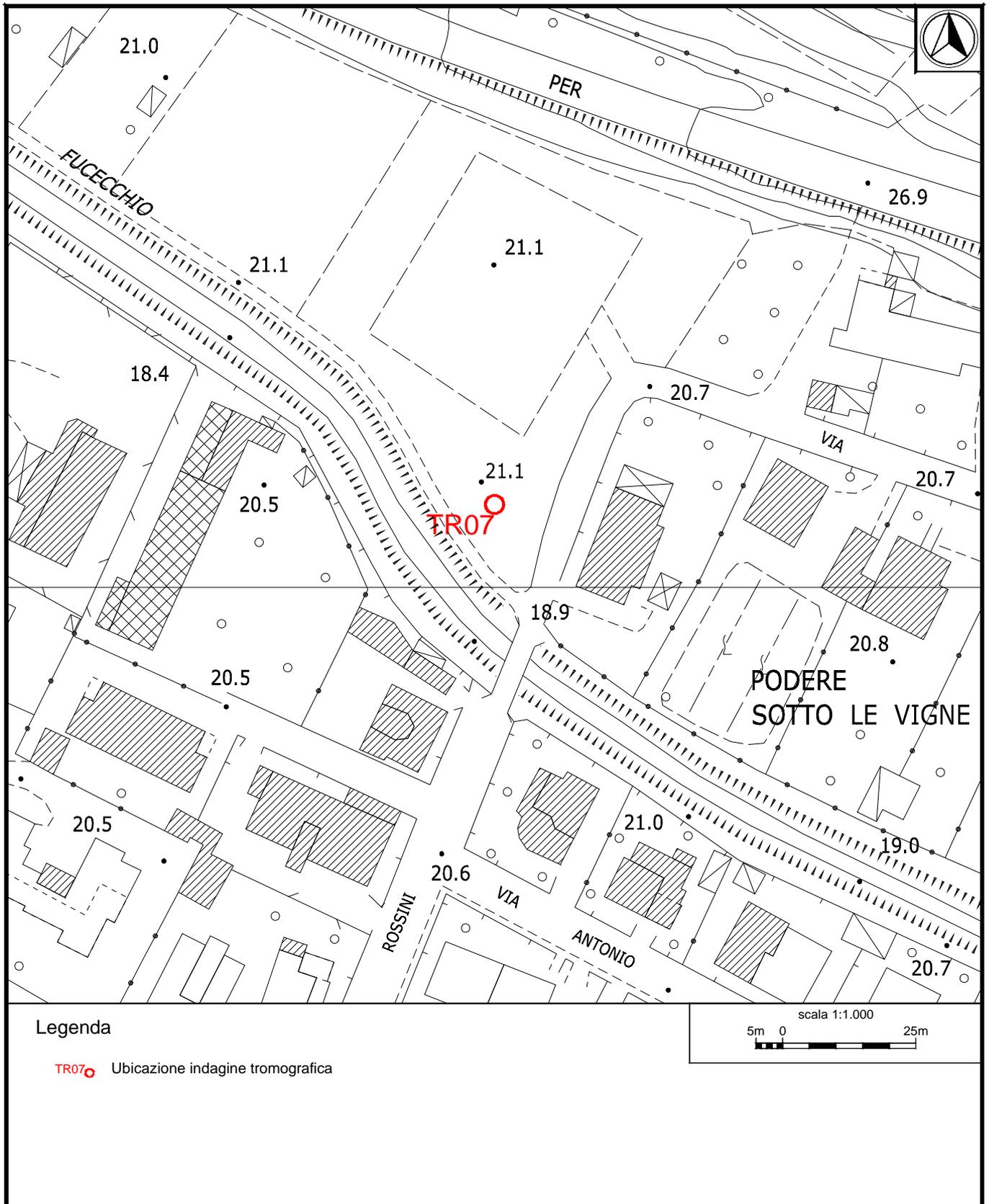
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.00 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20952  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.275 < 0.13125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.7669 < 1.78$	OK	



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 07. Inquadramento.



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 07. Dettaglio.**



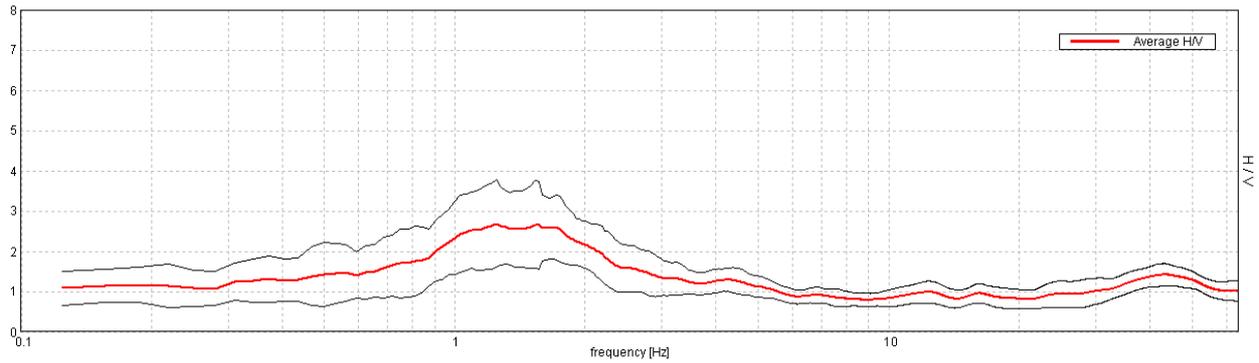
**Indagine Tromografica – Sito 07 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIALE MARCO POLO SITO\_08

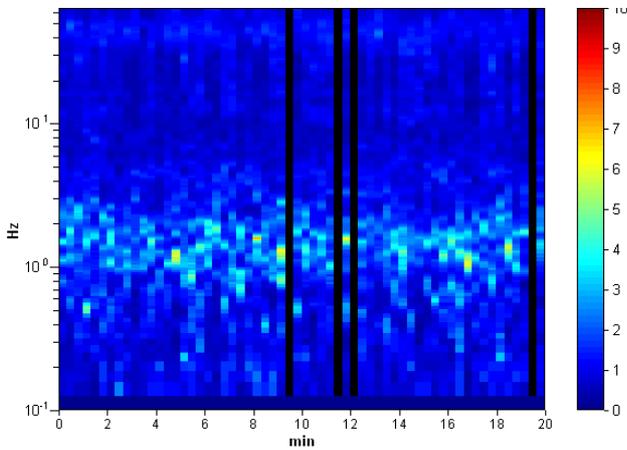
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 14:55:52 Fine registrazione: 27/06/13 15:15:53  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

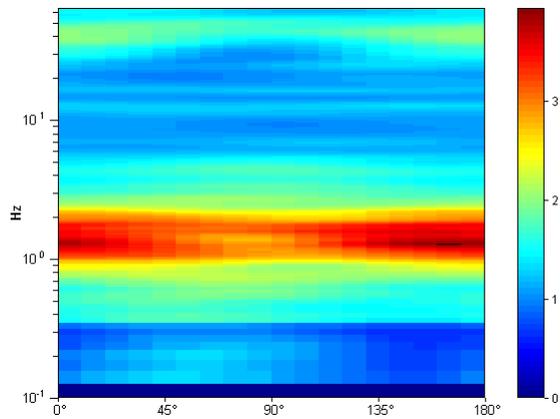
Max. H/V at 1.25 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



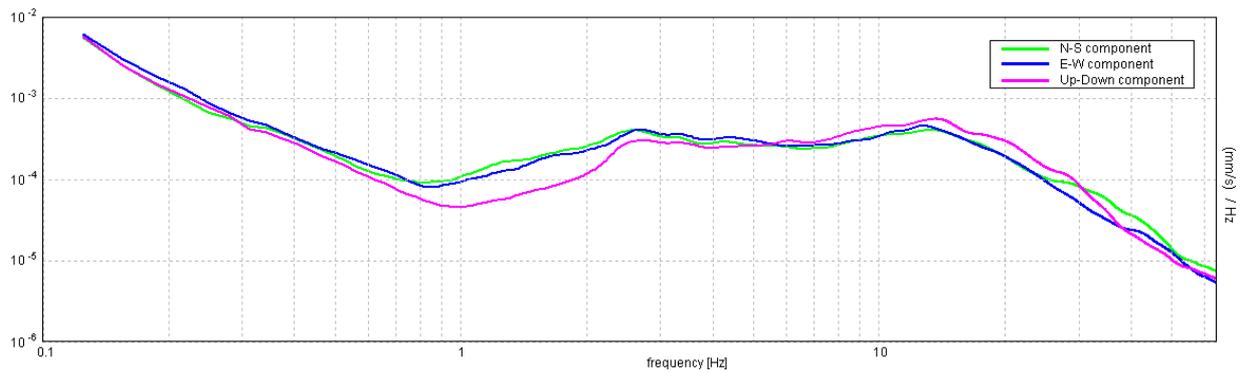
#### SERIE TEMPORALE H/V



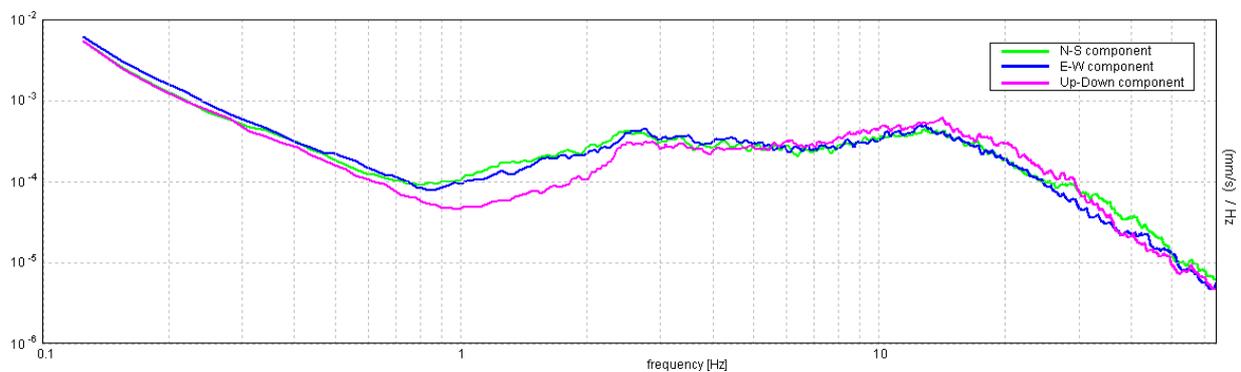
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 08. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.23$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

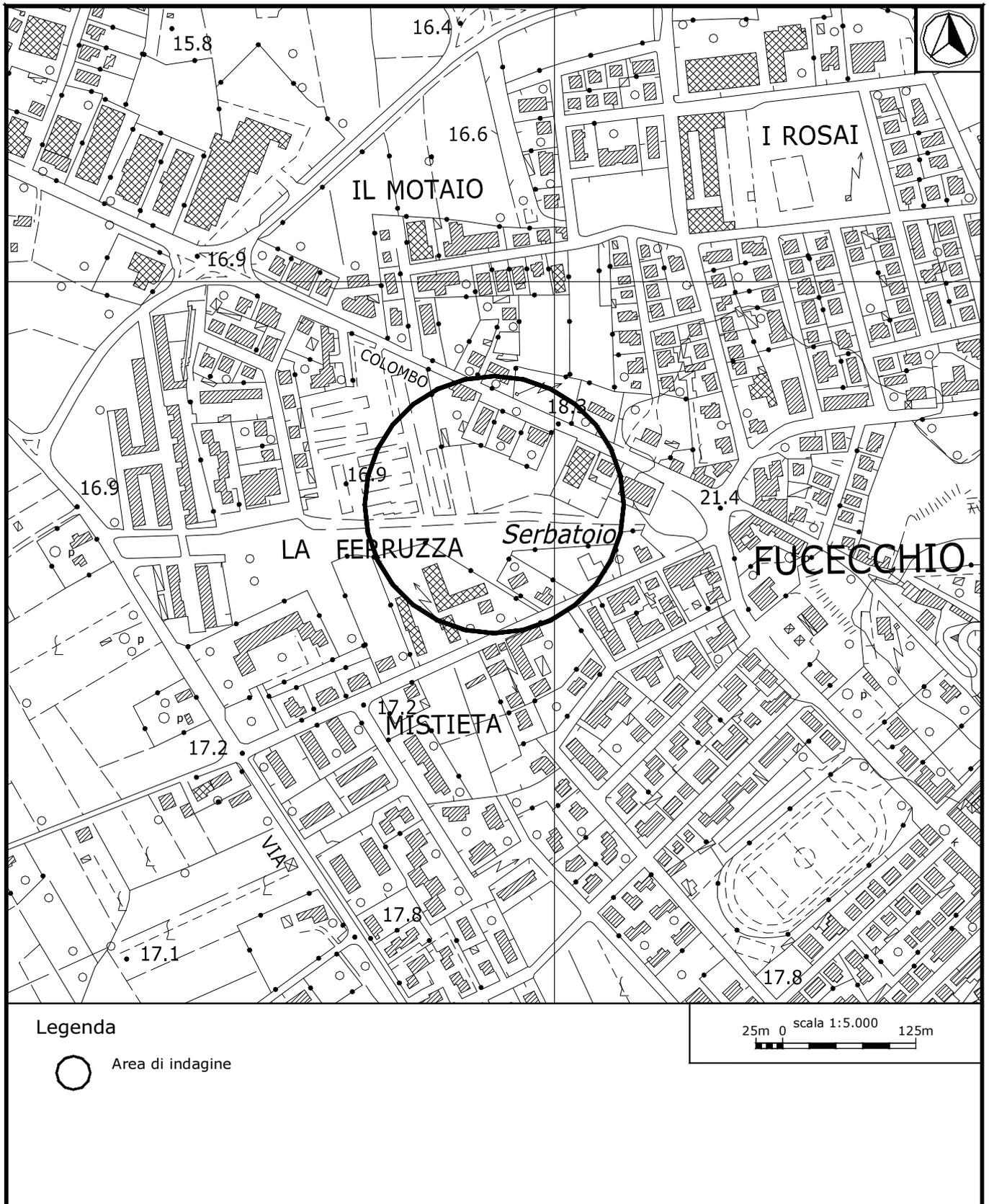
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1400.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 61	OK	

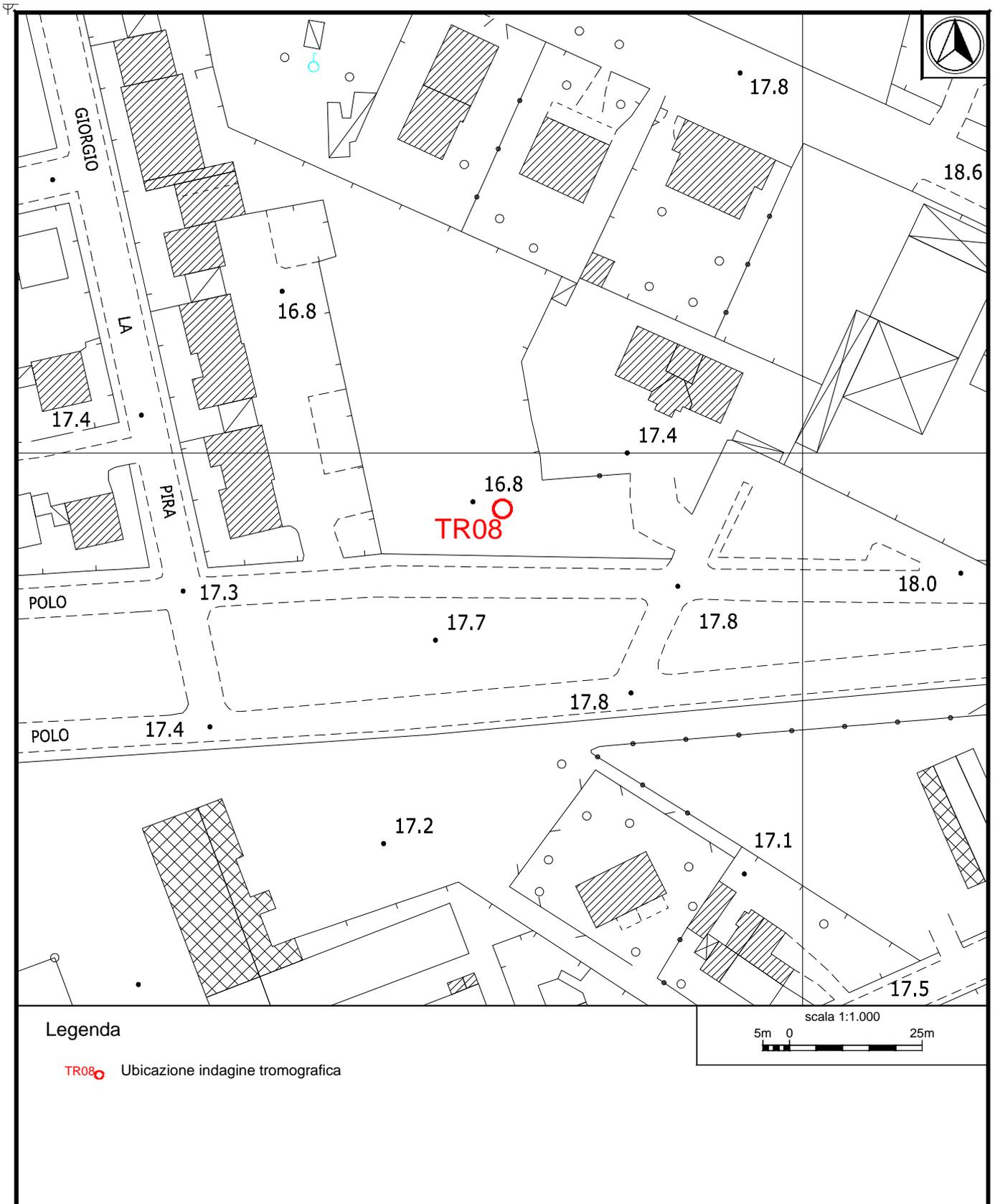
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.69 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18228  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.22785 < 0.125		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.092 < 1.78	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 08. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 08. Dettaglio.**



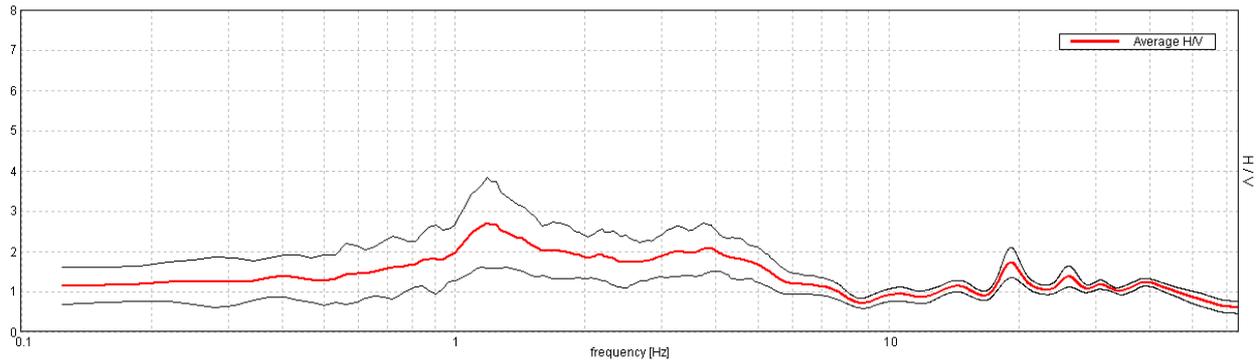
**Indagine Tromografica – Sito 08 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA E. MATTEI SITO\_09

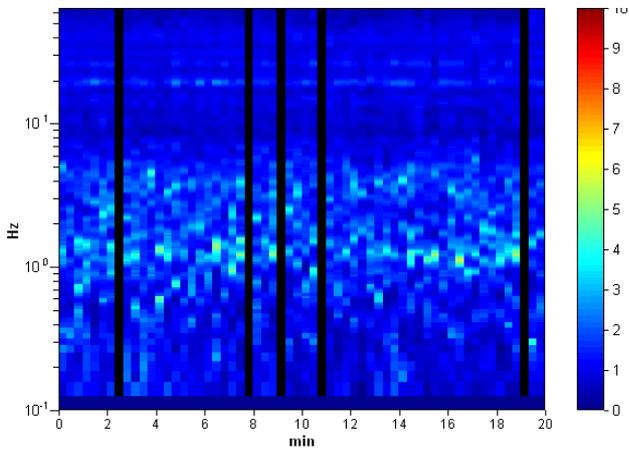
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 15:30:17 Fine registrazione: 27/06/13 15:50:18  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

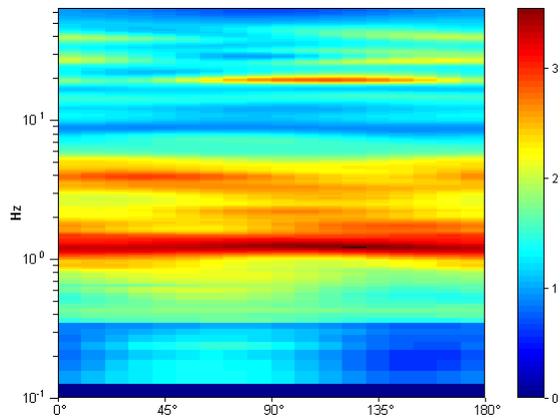
Max. H/V at 1.19 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



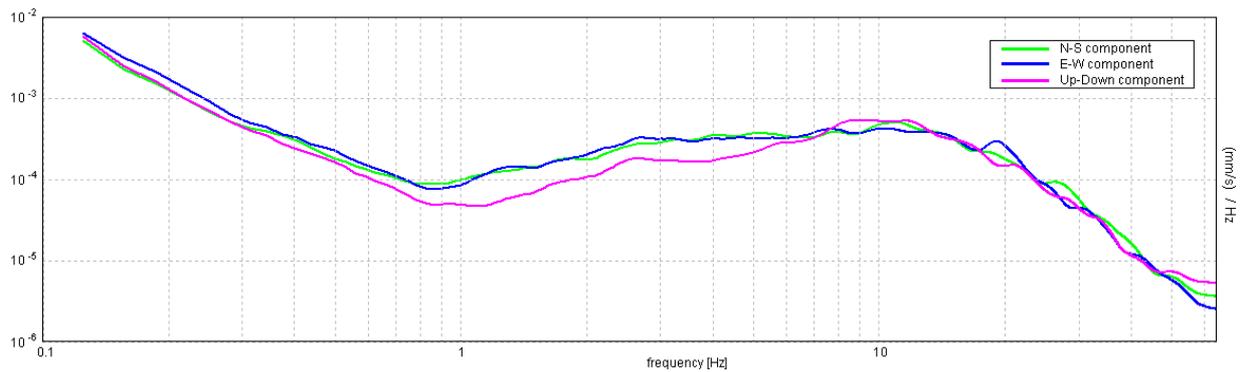
#### SERIE TEMPORALE H/V



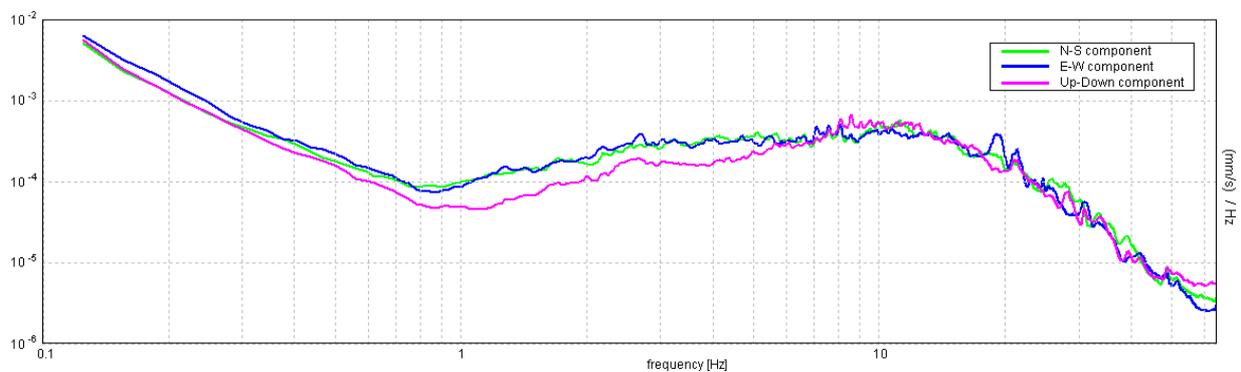
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 09. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.19 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

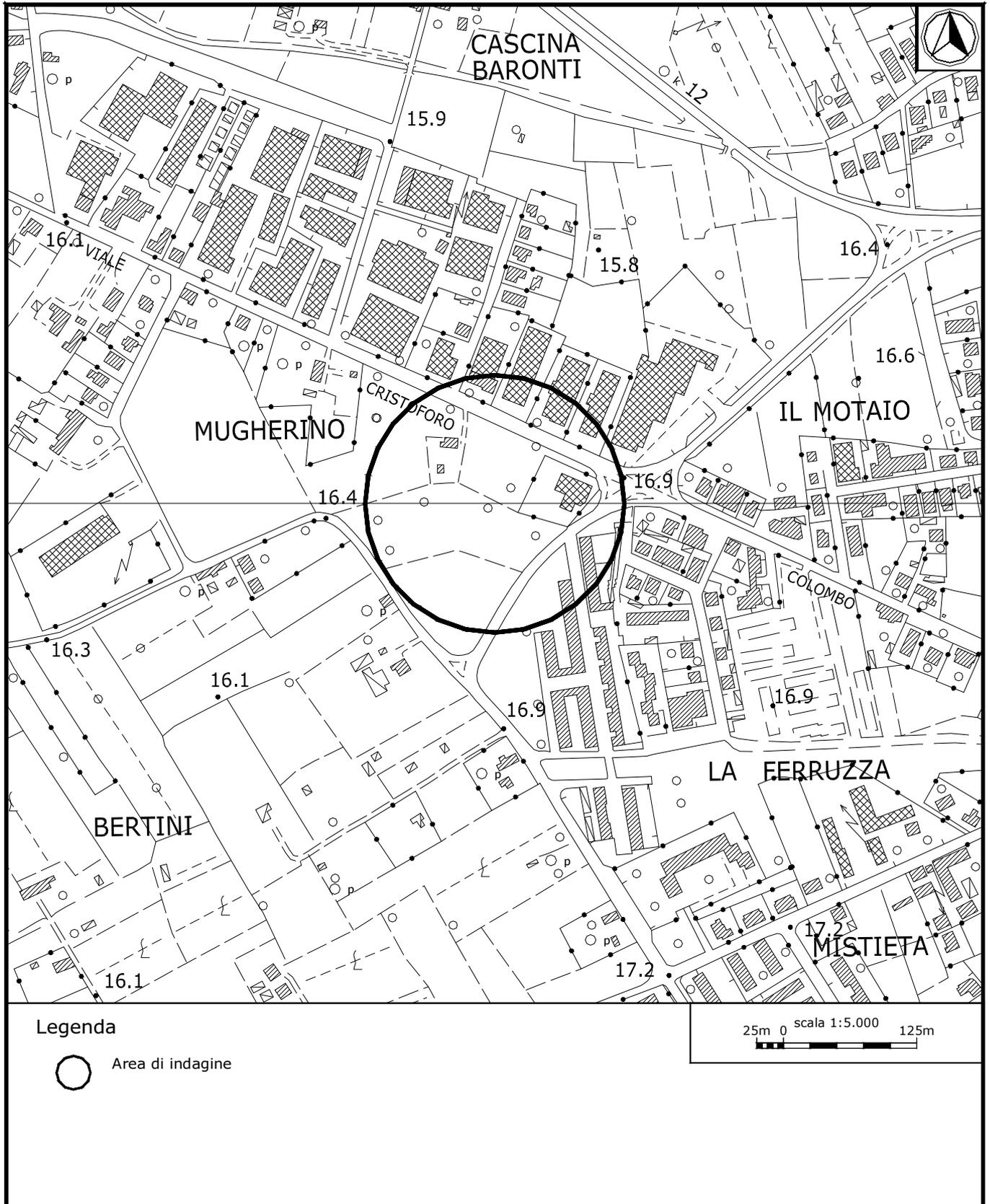
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1306.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 58	OK	

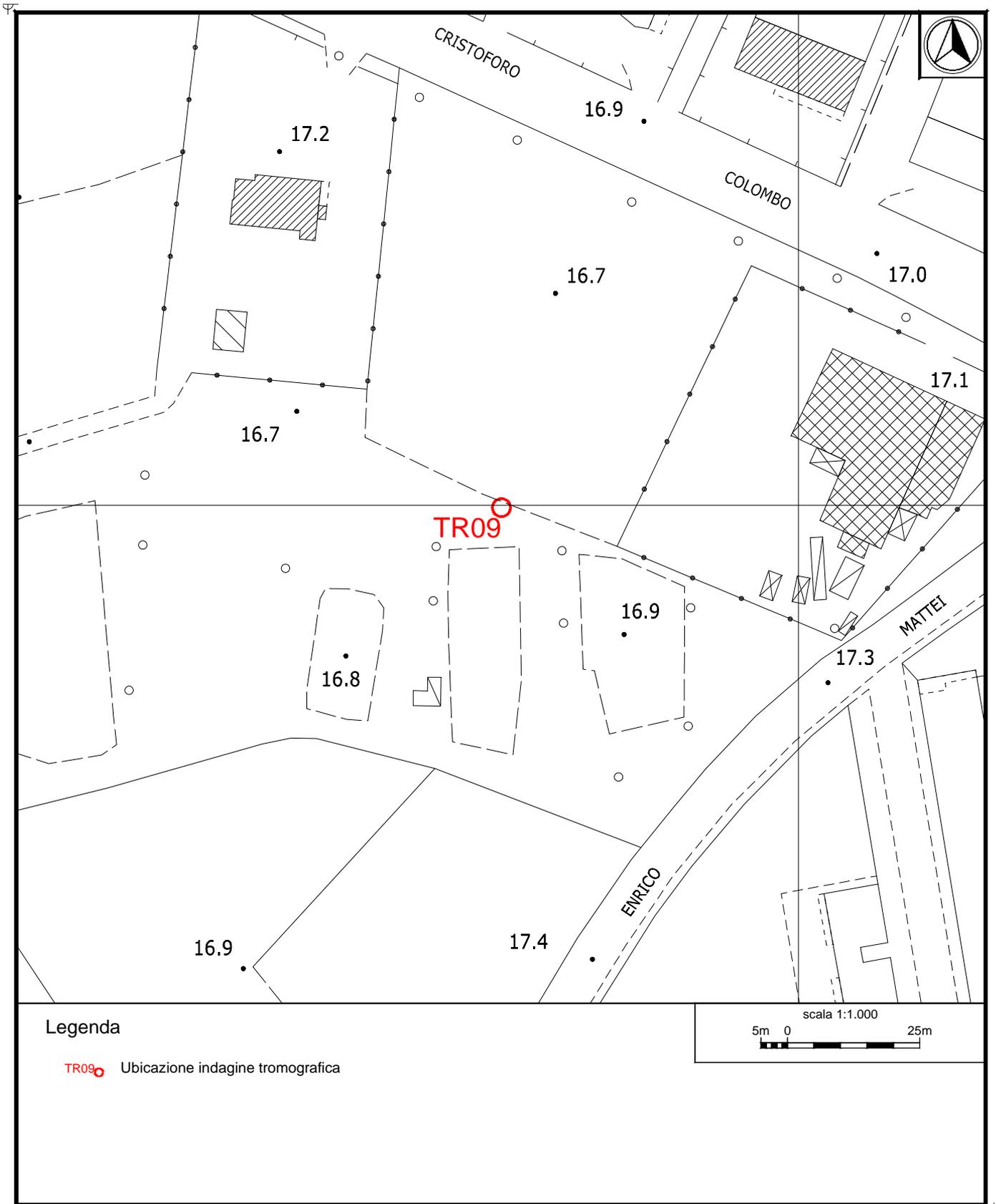
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.71 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11896  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.14127 < 0.11875		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.1189 < 1.78	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 09. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 09. Dettaglio.**



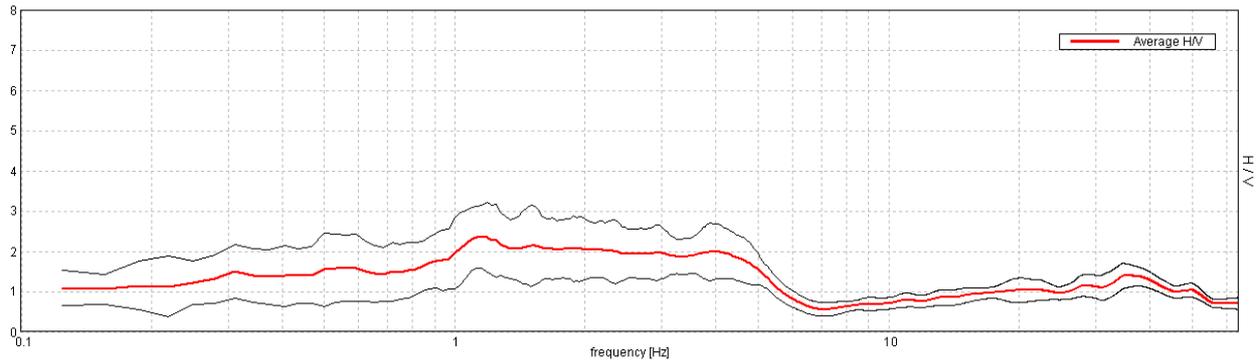
**Indagine Tromografica – Sito 09 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_TR, VIA BURELLO SITO\_10

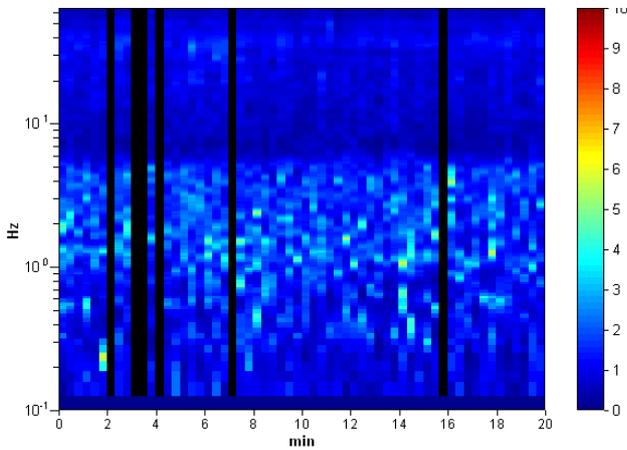
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 27/06/13 16:05:49 Fine registrazione: 27/06/13 16:25:50  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

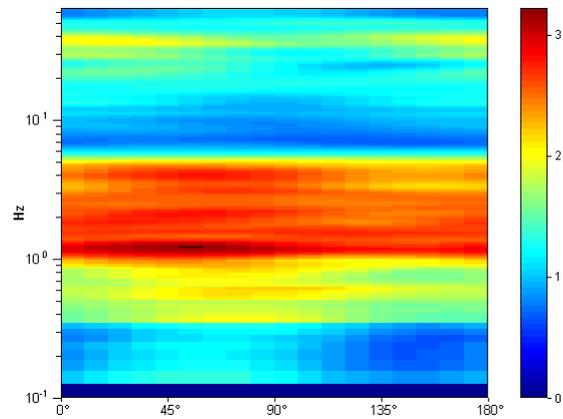
Max. H/V at 1.16 ± 0.21 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



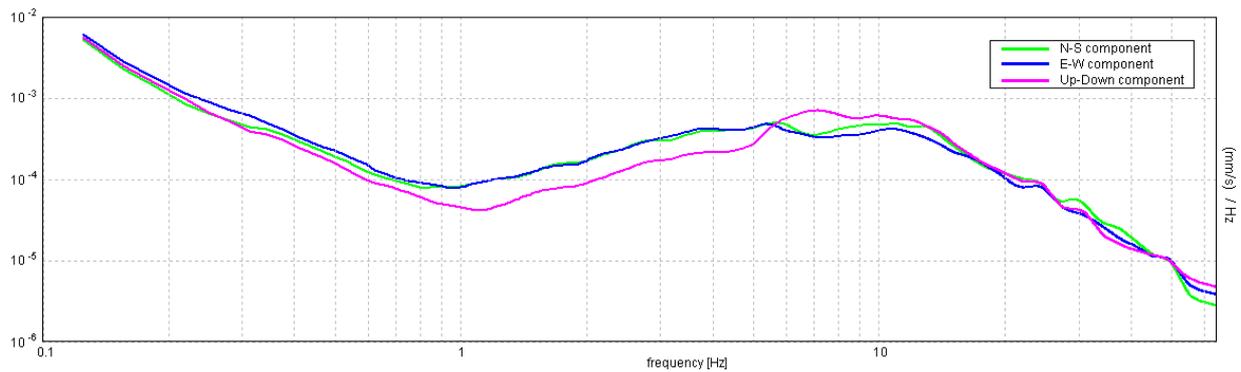
#### SERIE TEMPORALE H/V



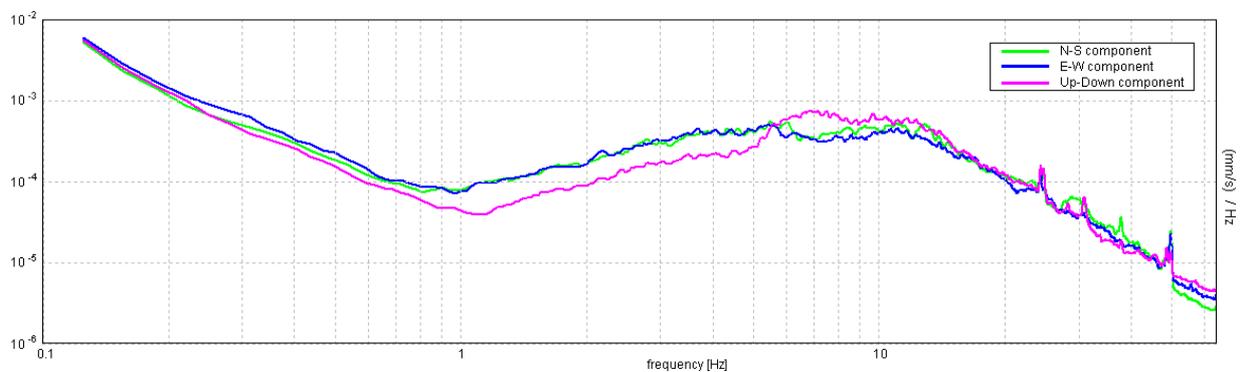
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 10. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.16 \pm 0.21$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

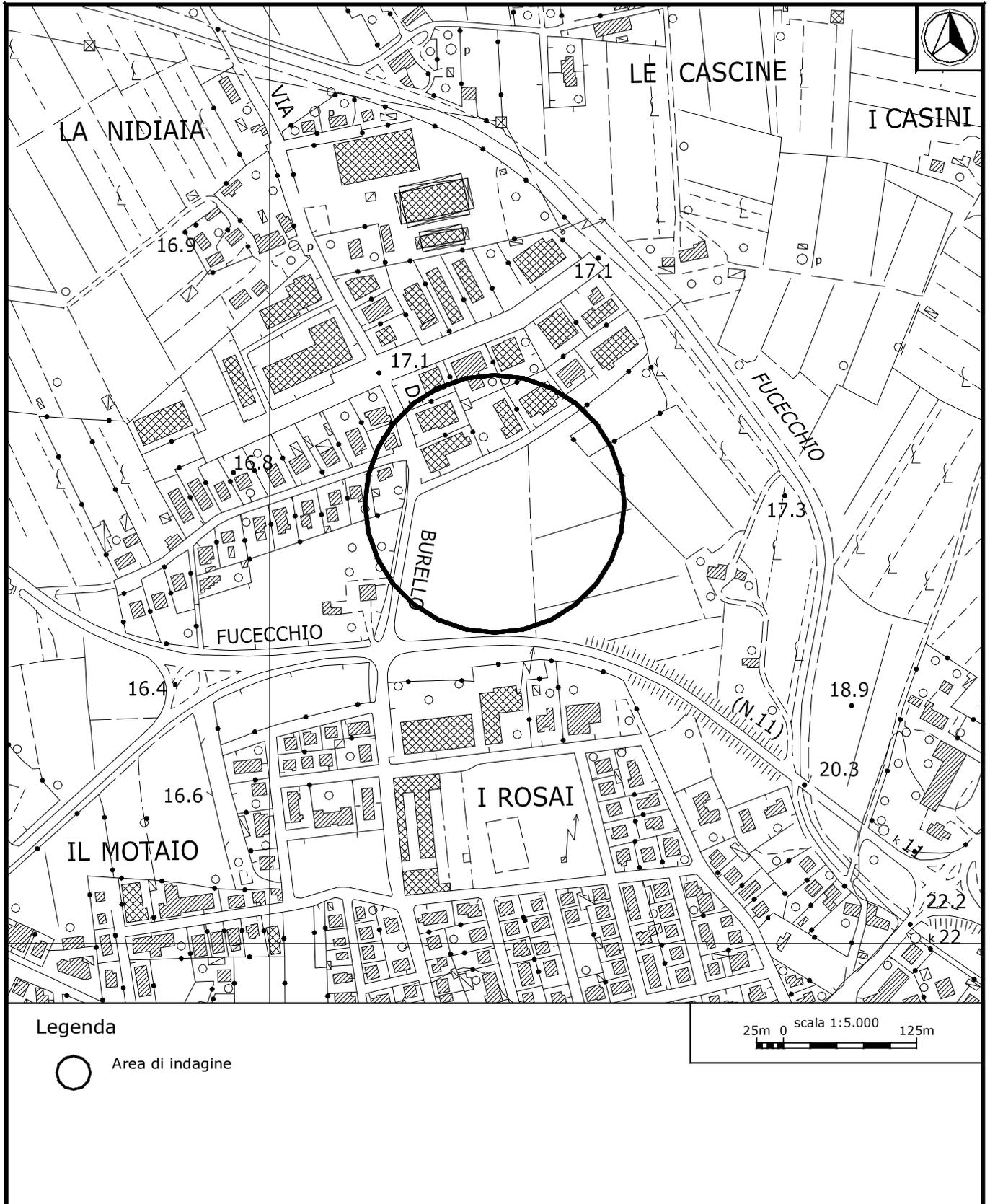
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.16 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1248.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 56	OK	

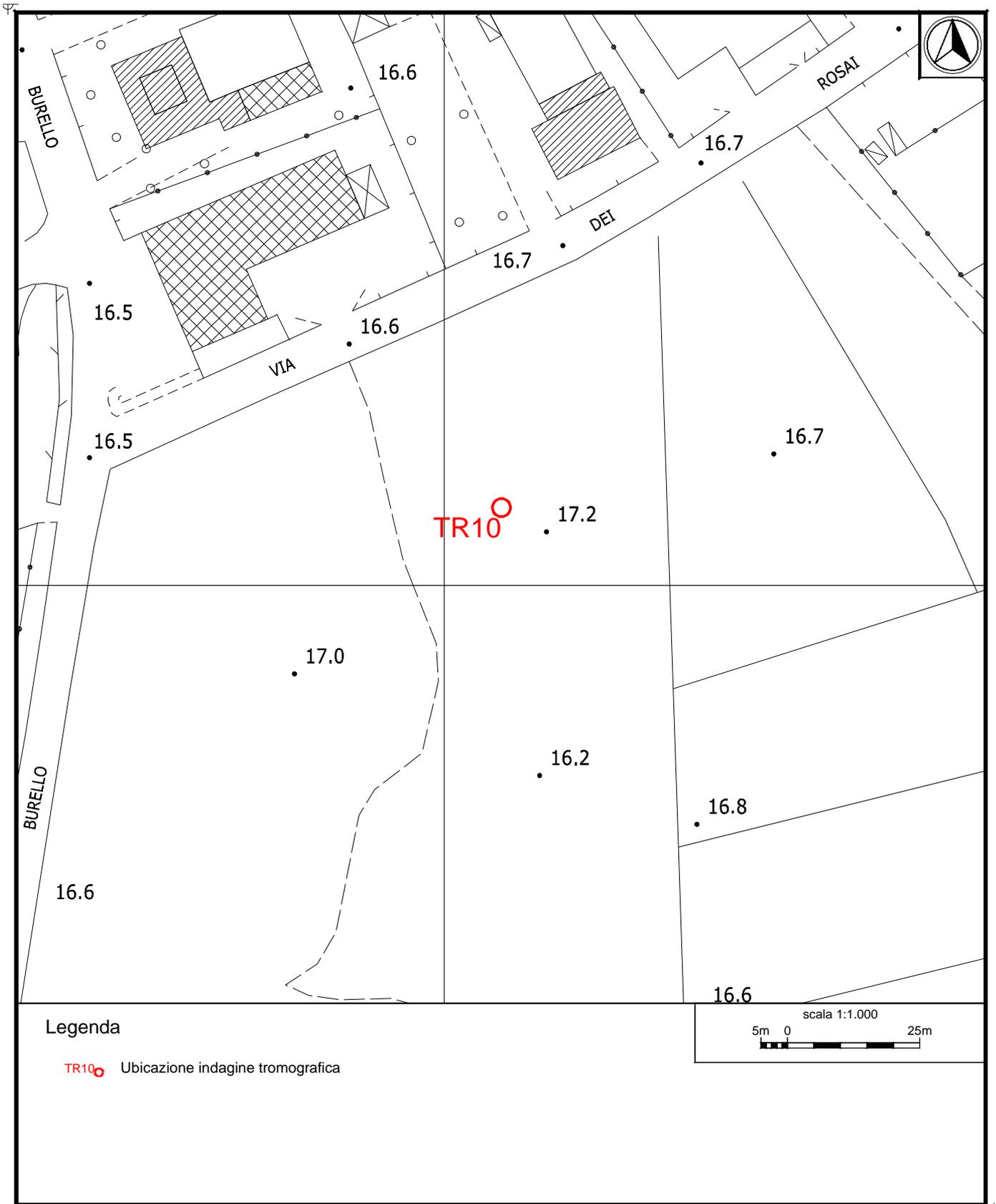
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.36 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.17935  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.20738 < 0.11563$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7833 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 10. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 10. Dettaglio.**



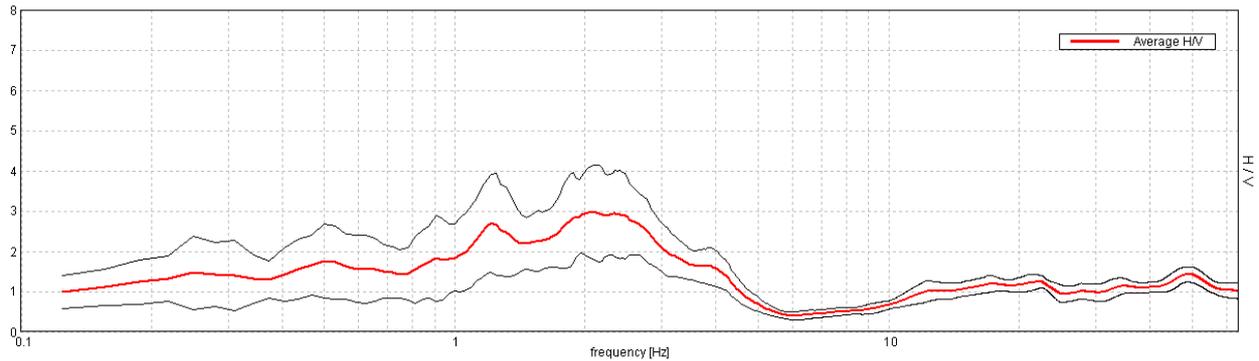
**Indagine Tromografica – Sito 10 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, VIA DELLE COLMATE SITO\_11**

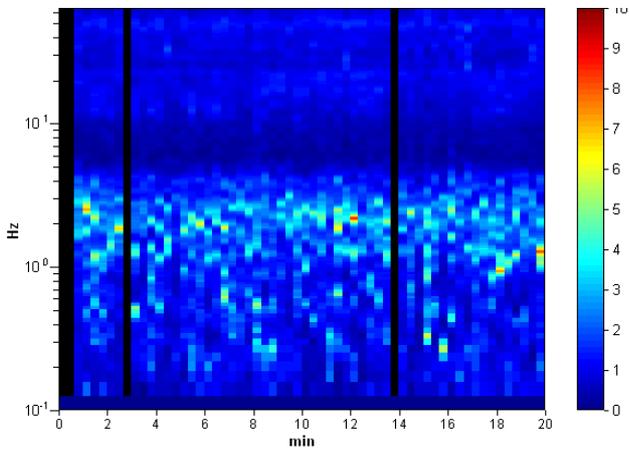
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 17:09:02 Fine registrazione: 10/01/14 17:29:03  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

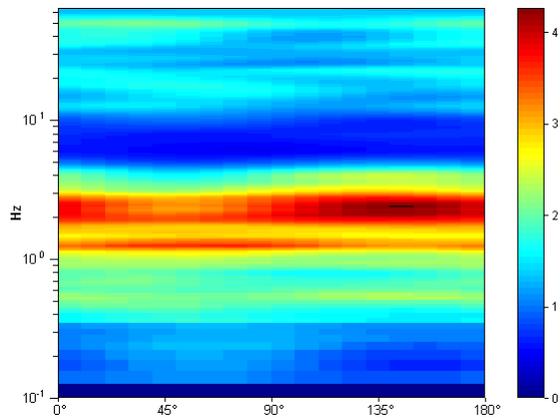
Max. H/V at 2.06 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



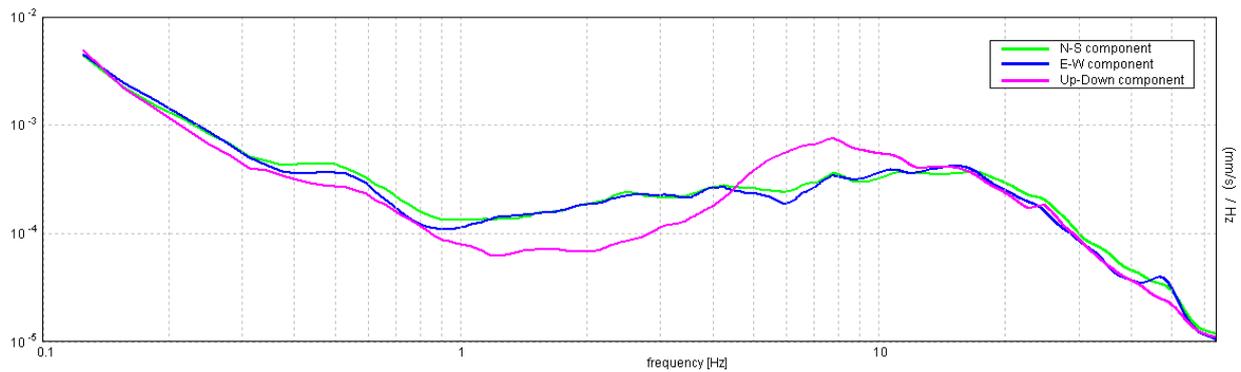
**SERIE TEMPORALE H/V**



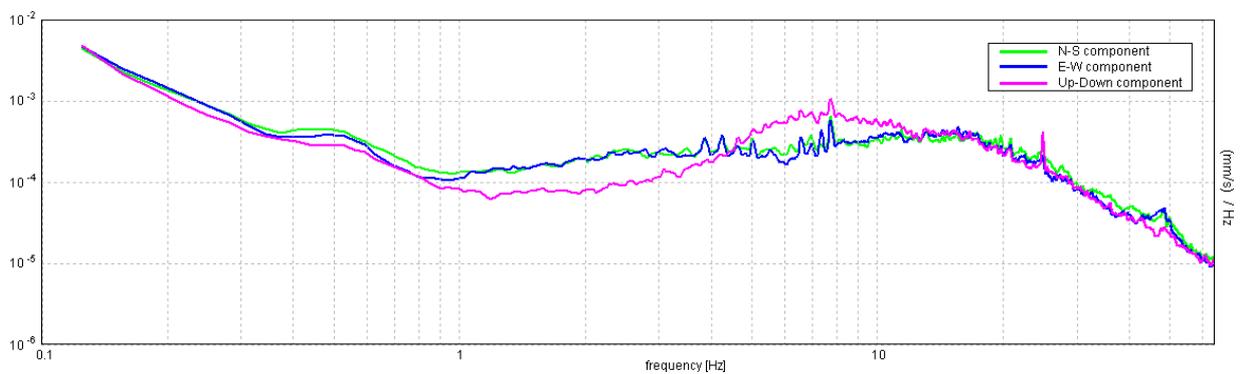
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 11. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $2.06 \pm 0.23$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

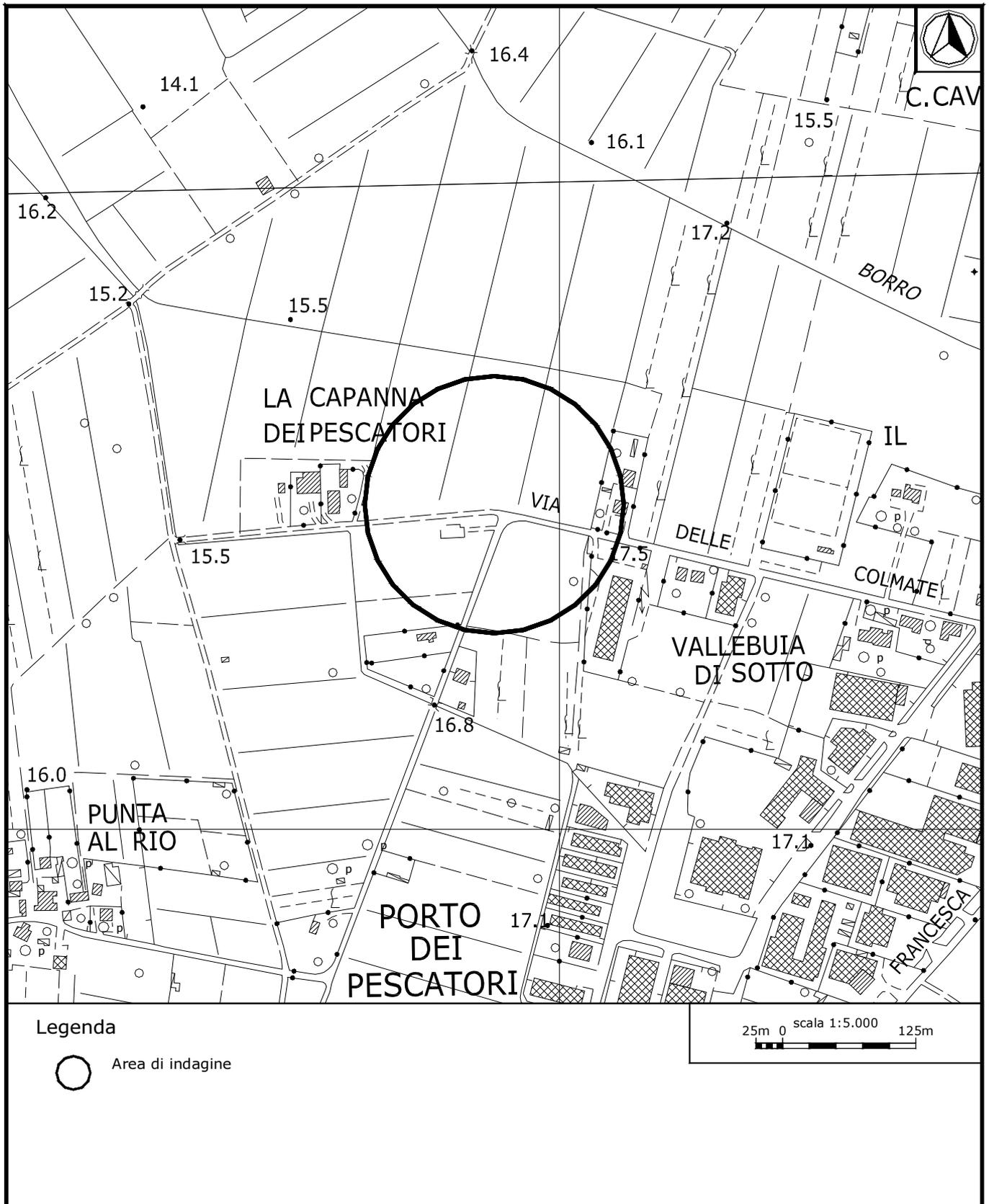
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.06 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2310.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 100	OK	

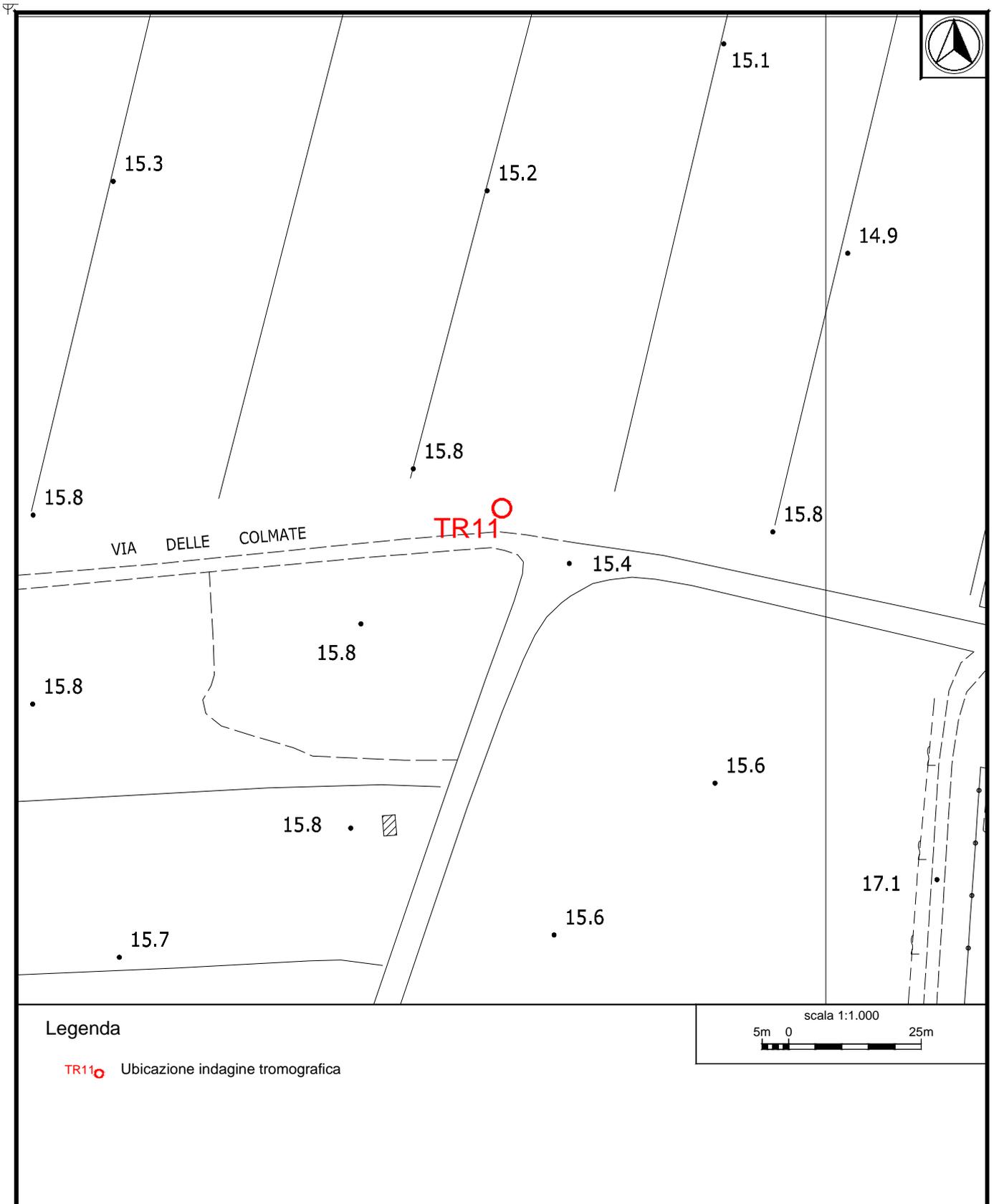
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.97 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11295  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.23296 < 0.10313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.1385 < 1.58$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 11. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 11. Dettaglio.**



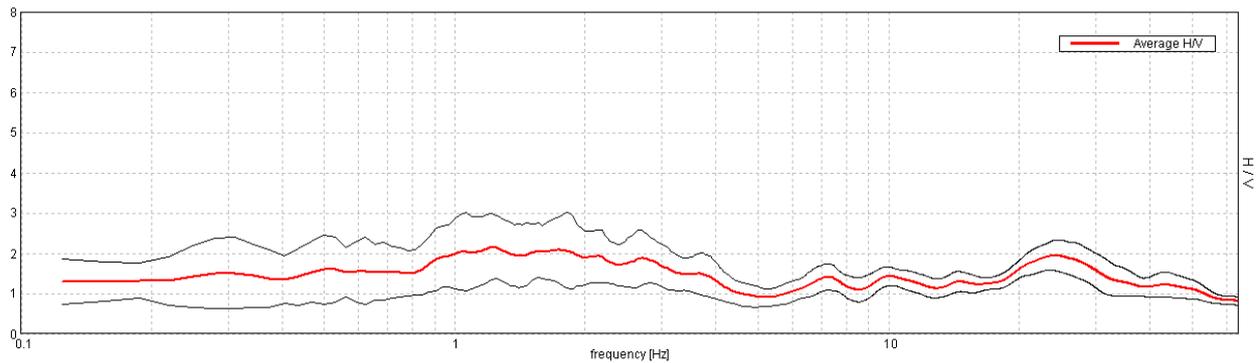
**Indagine Tromografica – Sito 11 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, VIA CITORNELLA SITO\_12

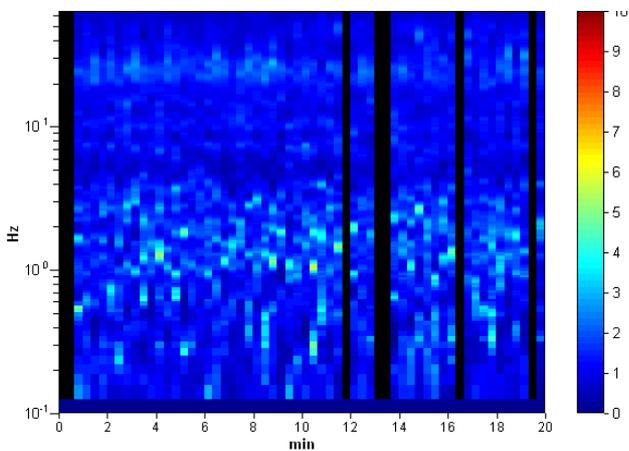
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 16:37:31 Fine registrazione: 10/01/14 16:57:32  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

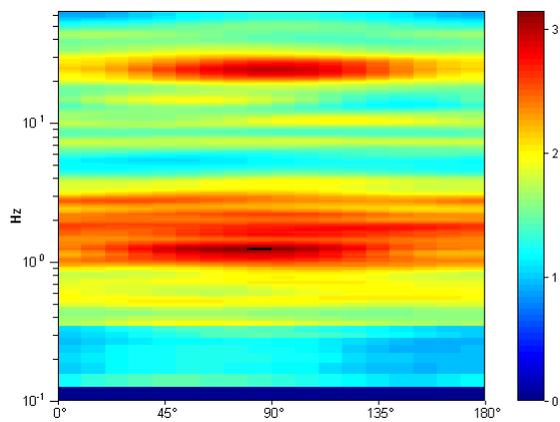
Max. H/V at 1.22 ± 5.51 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



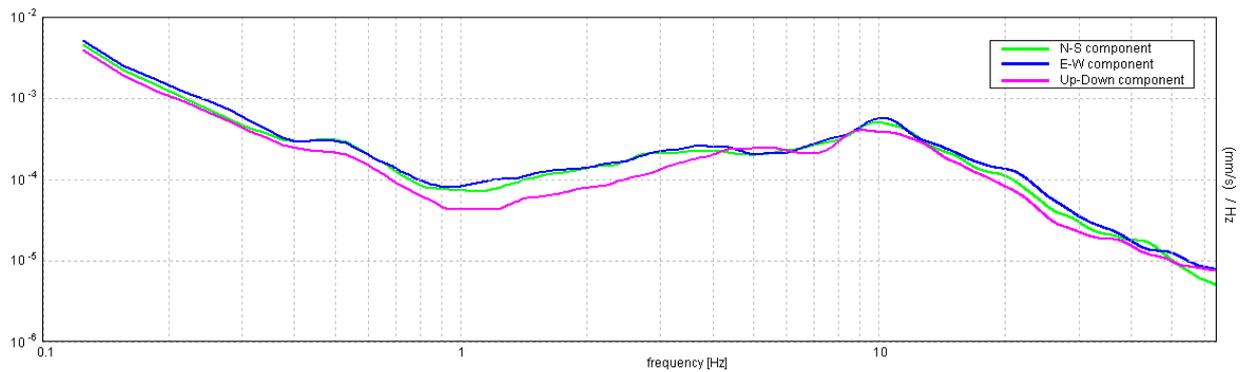
#### SERIE TEMPORALE H/V



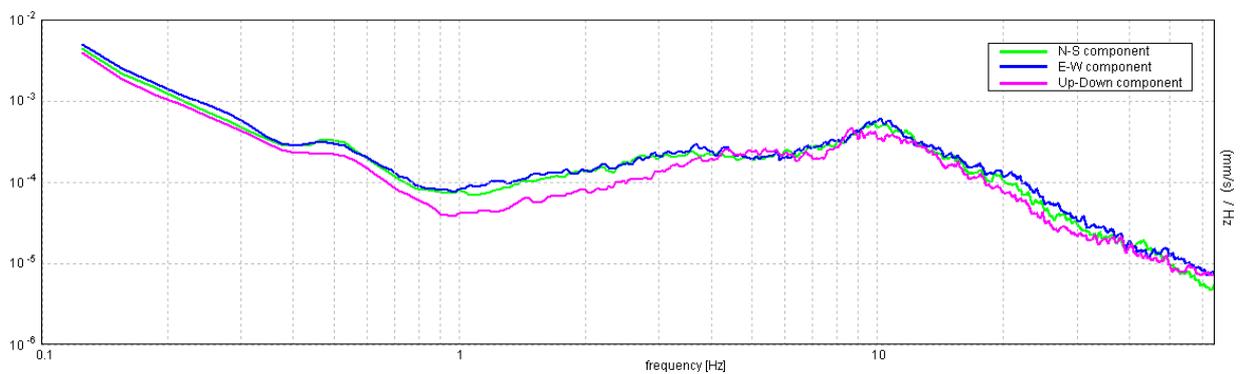
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 12. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.22 \pm 5.51$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

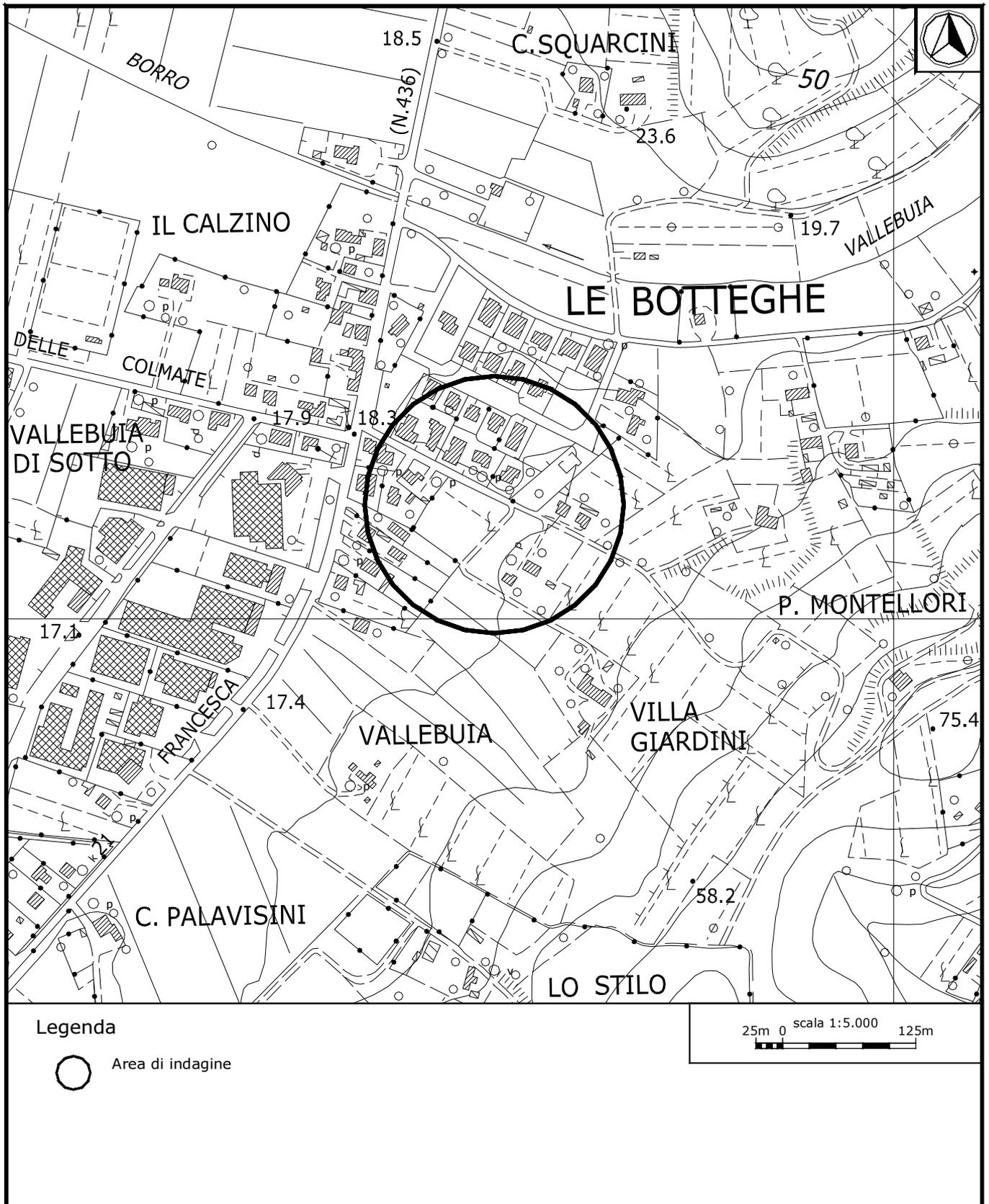
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.22 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1291.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 60	OK	

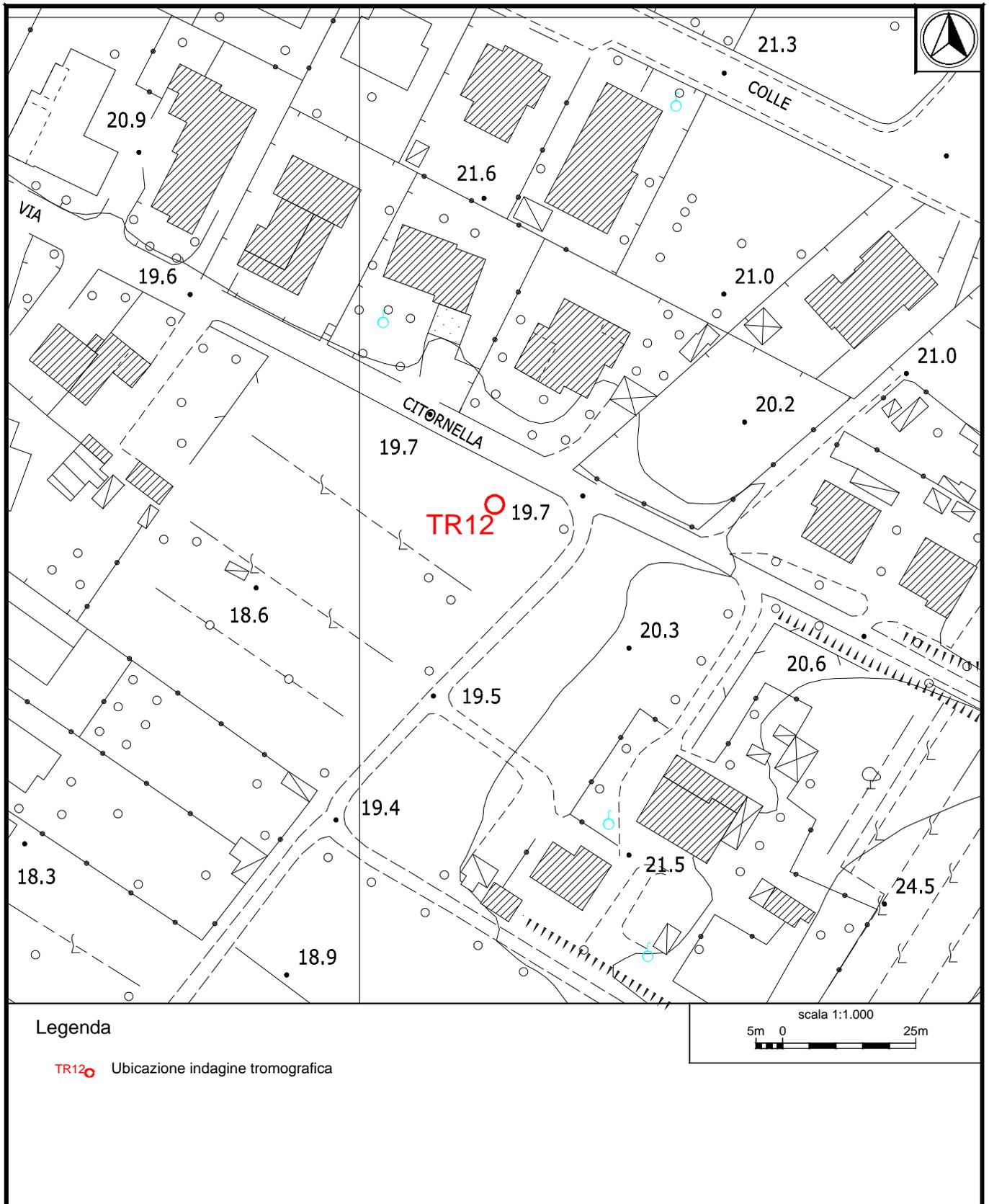
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.16 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.51963  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	5.5083 < 0.12188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8226 < 1.78	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 12. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 12. Dettaglio.**



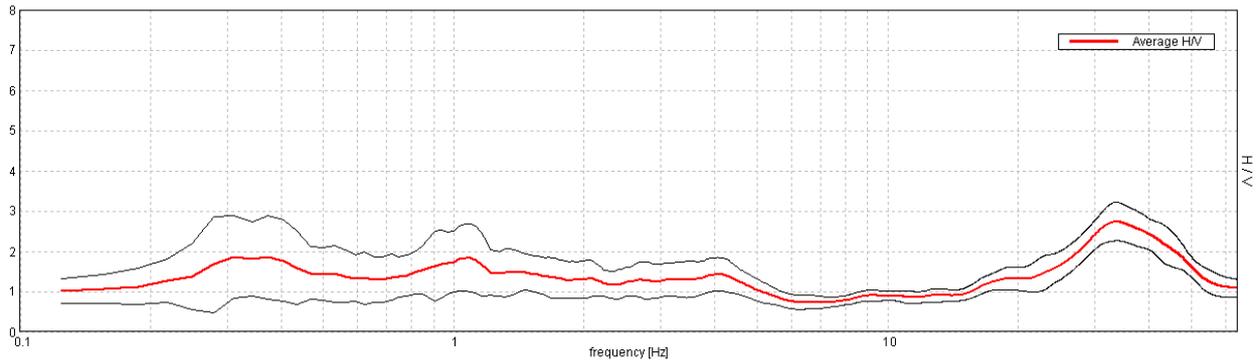
**Indagine Tromografica – Sito 12 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, QUERCE SITO\_13

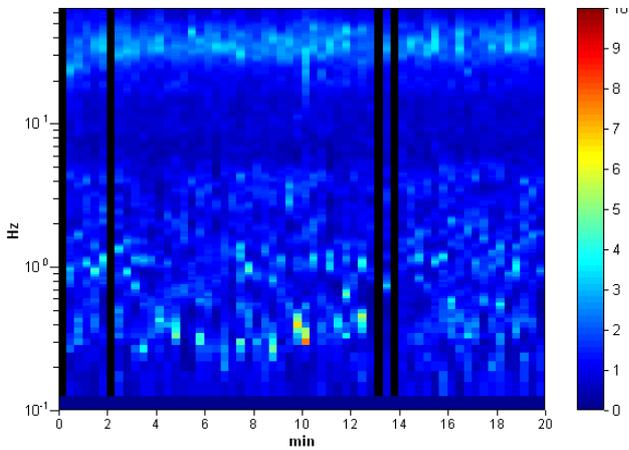
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 11:25:25 Fine registrazione: 08/10/13 11:45:25  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

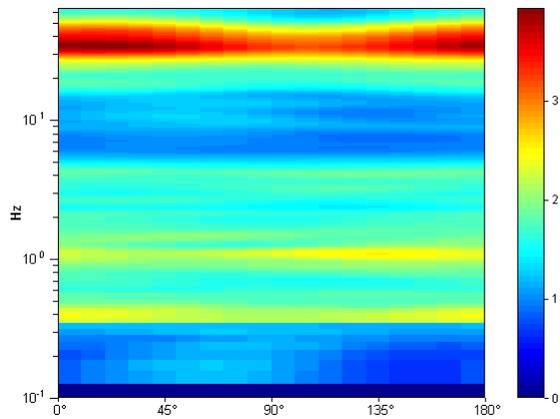
Max. H/V at 33.66 ± 7.79 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



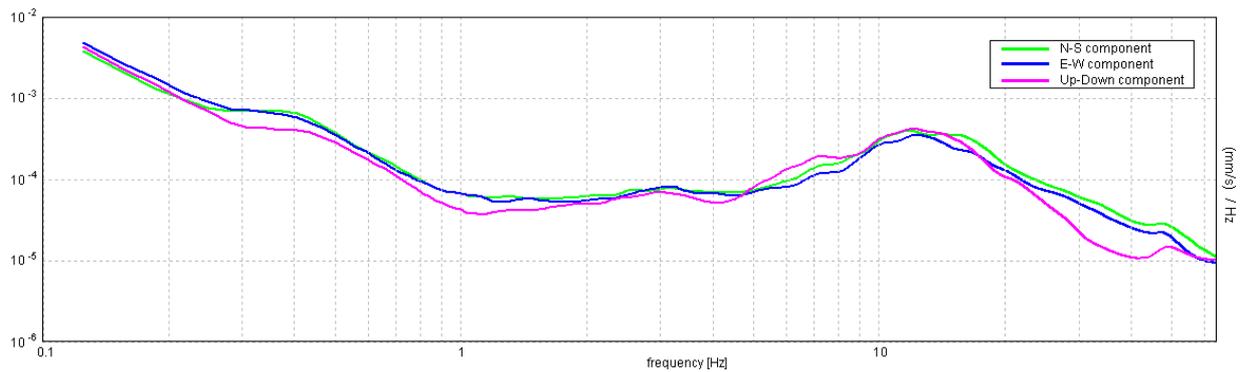
#### SERIE TEMPORALE H/V



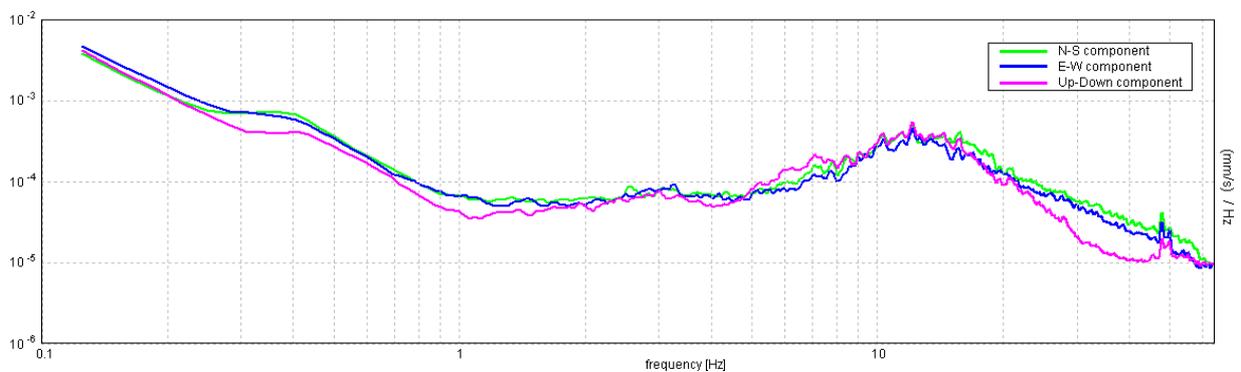
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 13. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 33.66 ± 7.79 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

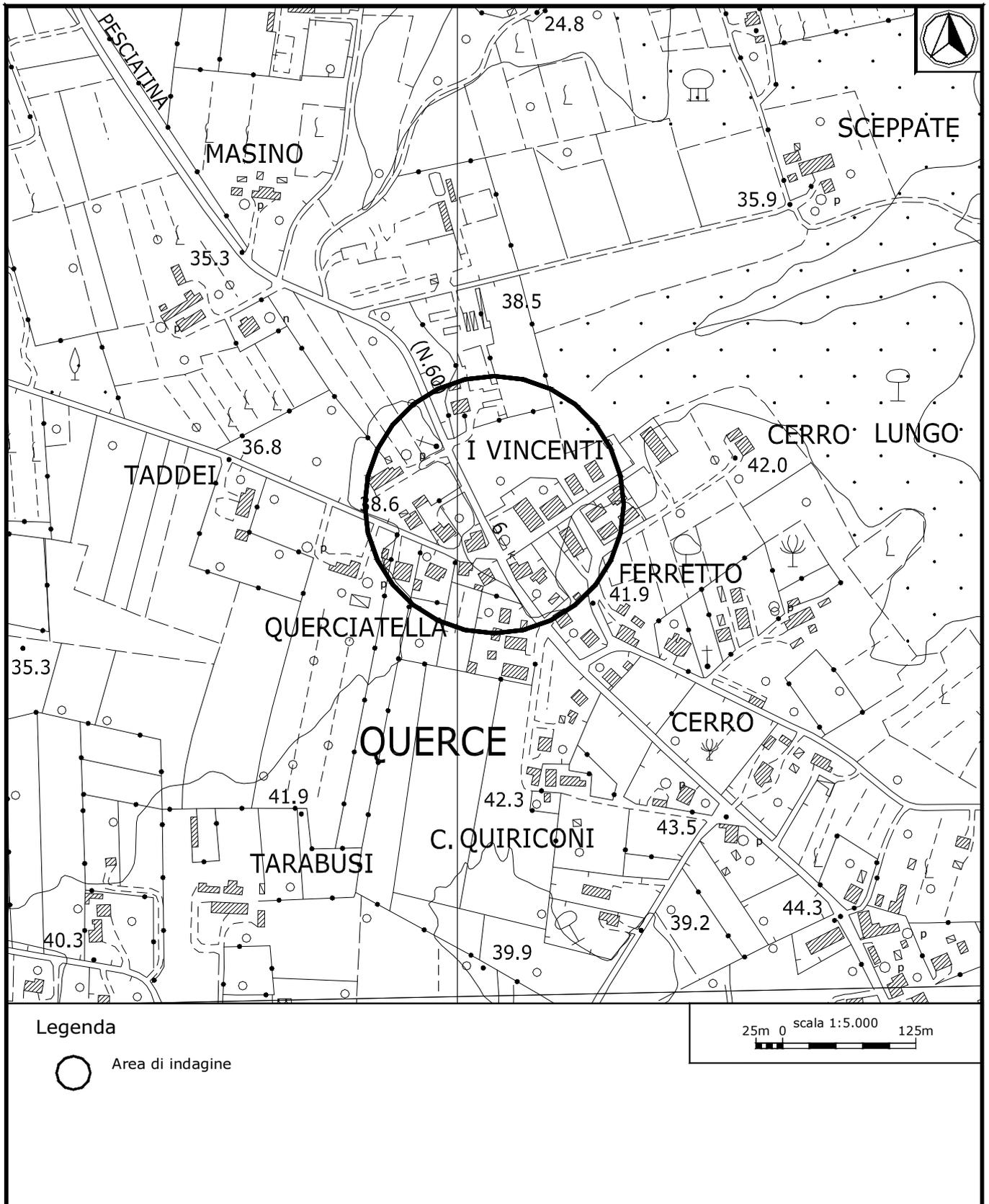
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	33.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	37695.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1510	OK	

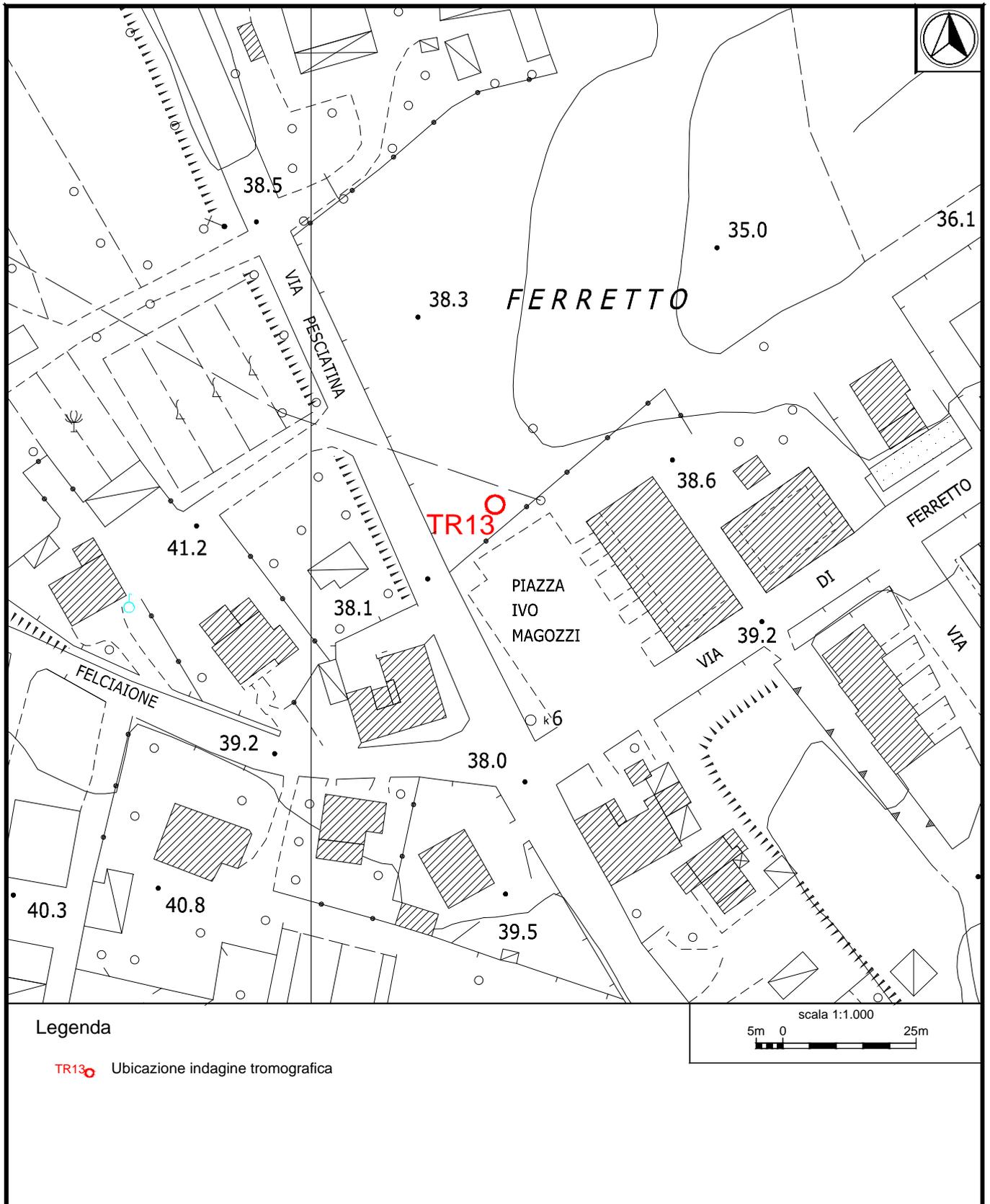
Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	21.906 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	52.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.74 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.23154  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	7.79275 < 1.68281		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.478 < 1.58	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 13. Inquadramento.**



**Legenda**

TR13 Ubicazione indagine tromografica

scala 1:1.000  
5m 0 25m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 13. Dettaglio.**



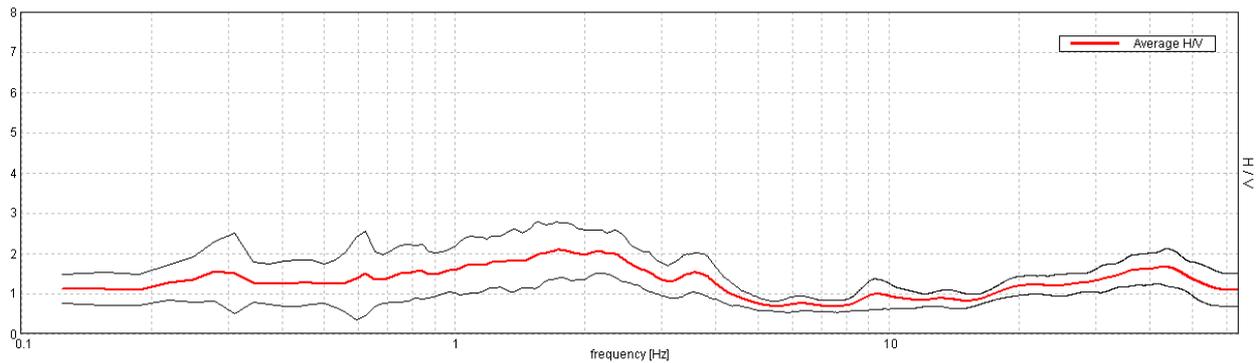
**Indagine Tromografica – Sito 13 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, GALLENO SITO\_14**

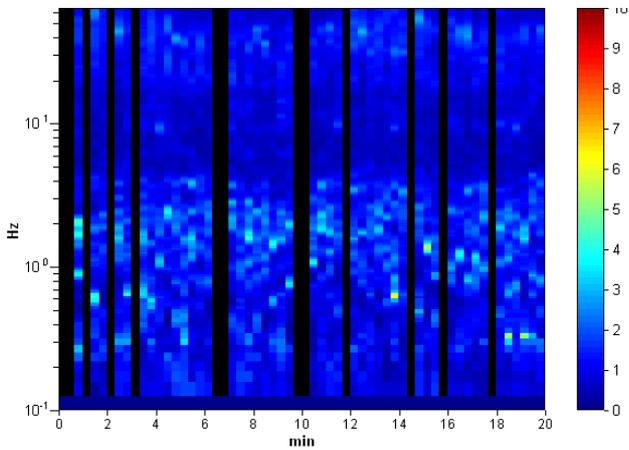
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 12:10:44 Fine registrazione: 08/10/13 12:30:45  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

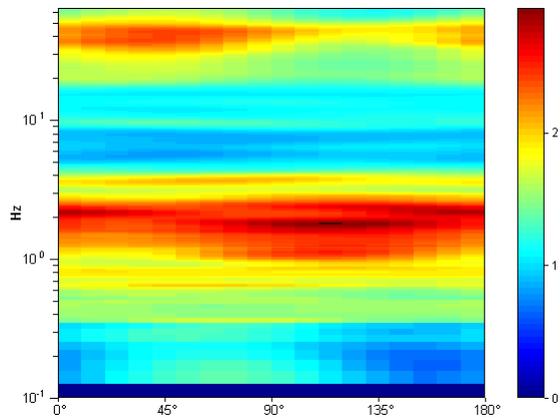
Max. H/V at 1.75 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



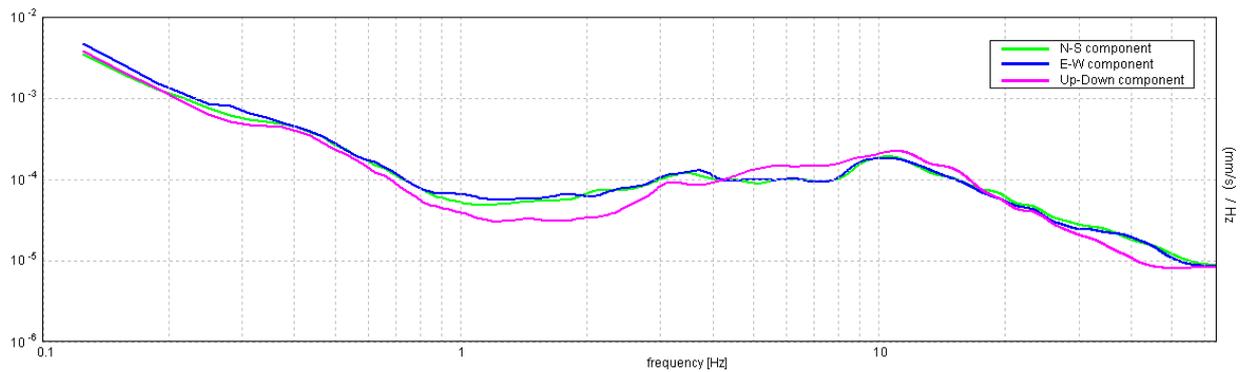
**SERIE TEMPORALE H/V**



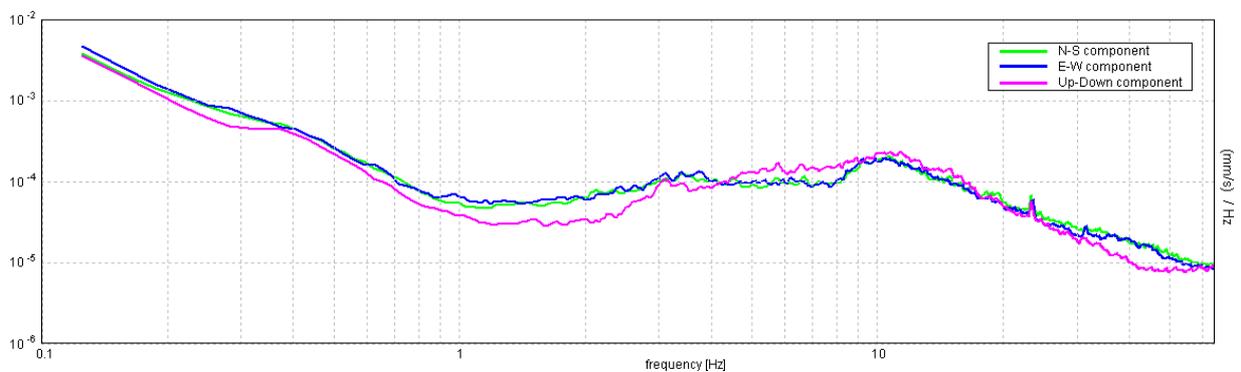
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 14. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.75 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

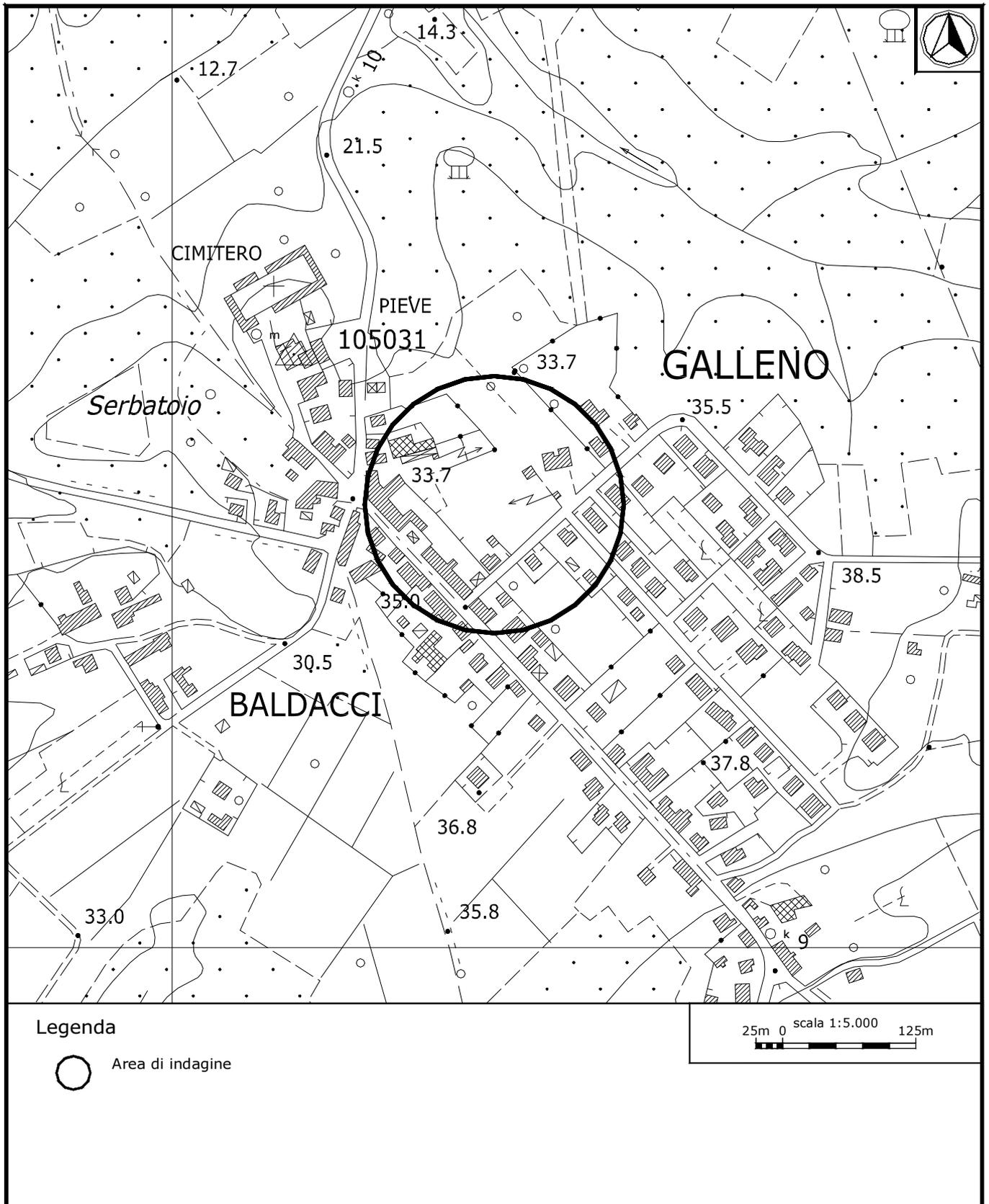
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1645.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 85	OK	

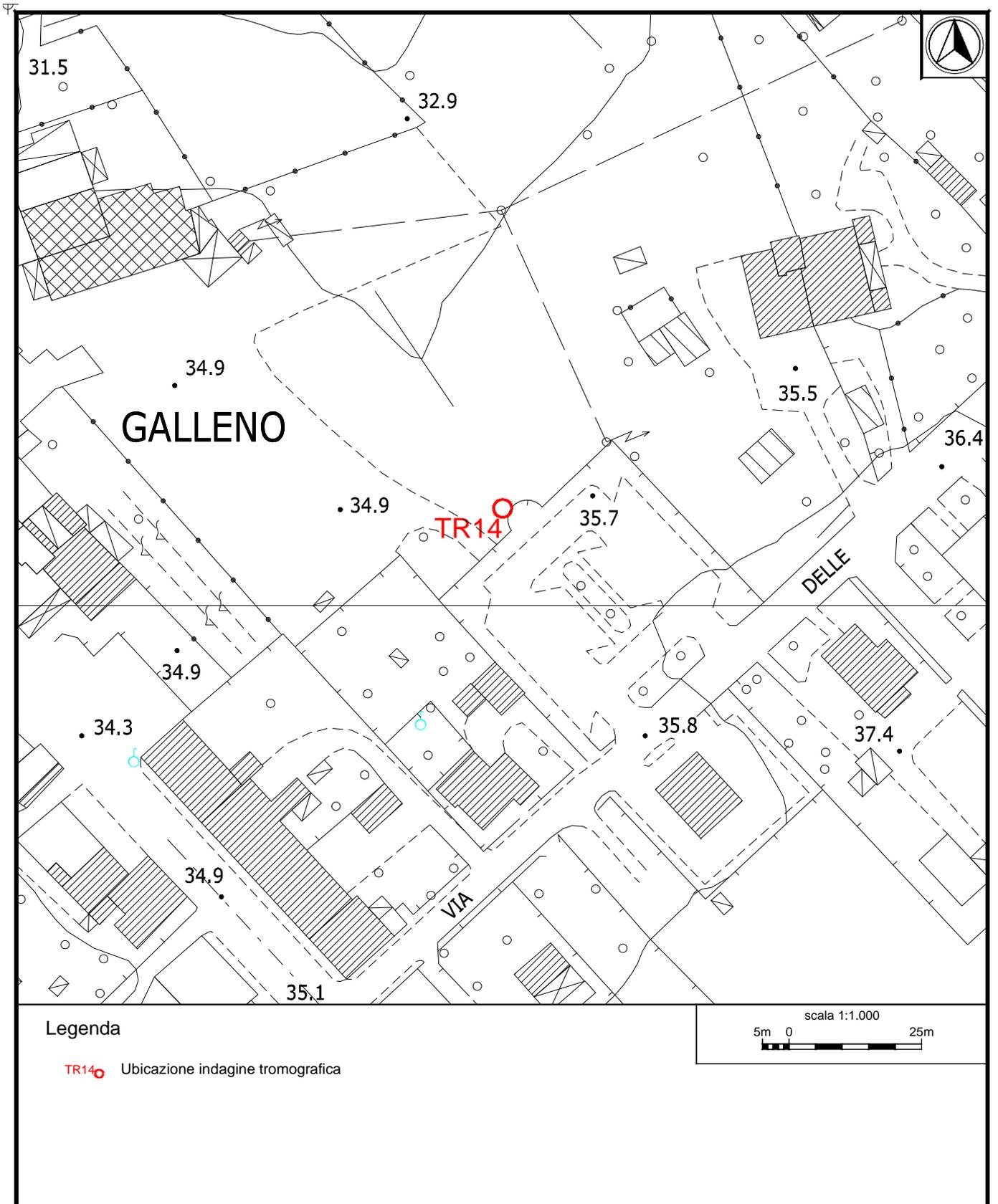
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.08 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06417  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.1123 < 0.175$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6748 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 14. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 14. Dettaglio.**



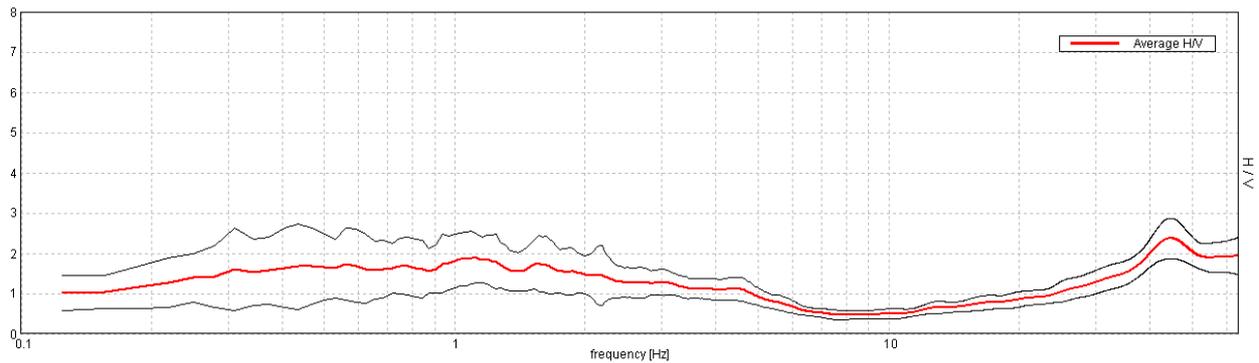
**Indagine Tromografica – Sito 14 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, VIA PESCIATINA SITO\_15

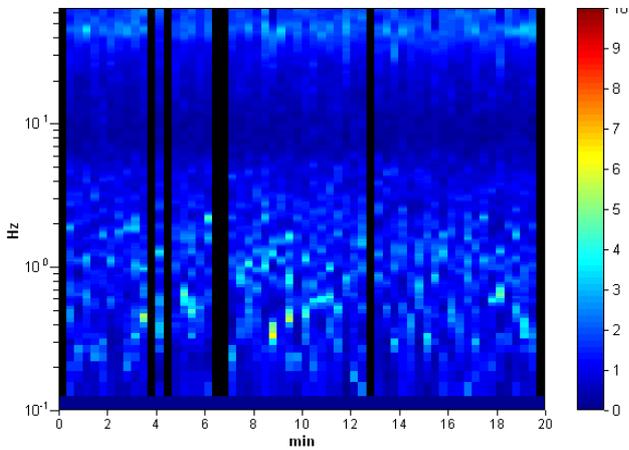
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 12:51:34 Fine registrazione: 08/10/13 13:11:35  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

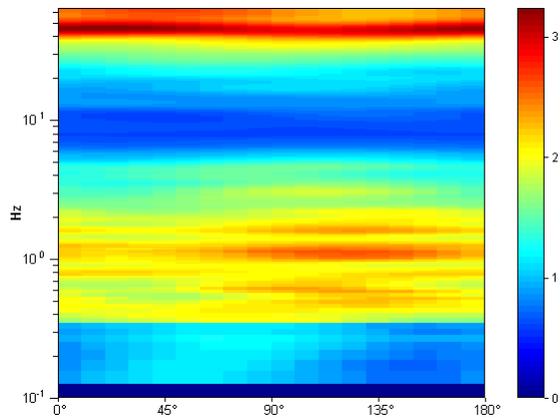
Max. H/V at 44.69 ± 5.89 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



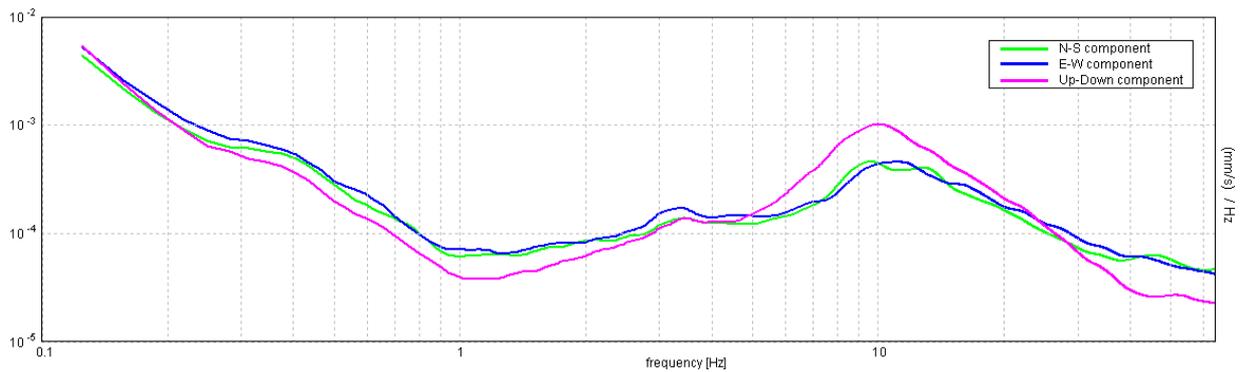
#### SERIE TEMPORALE H/V



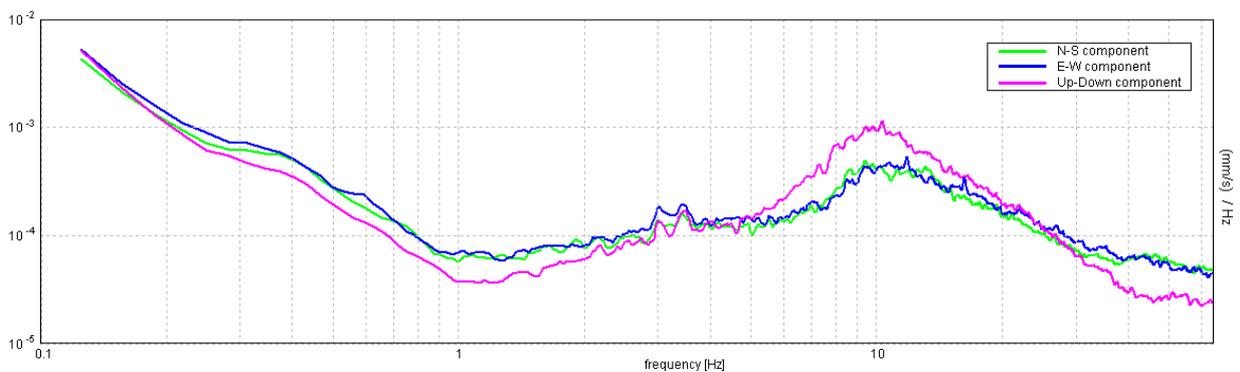
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 15. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a 44.69 ± 5.89 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

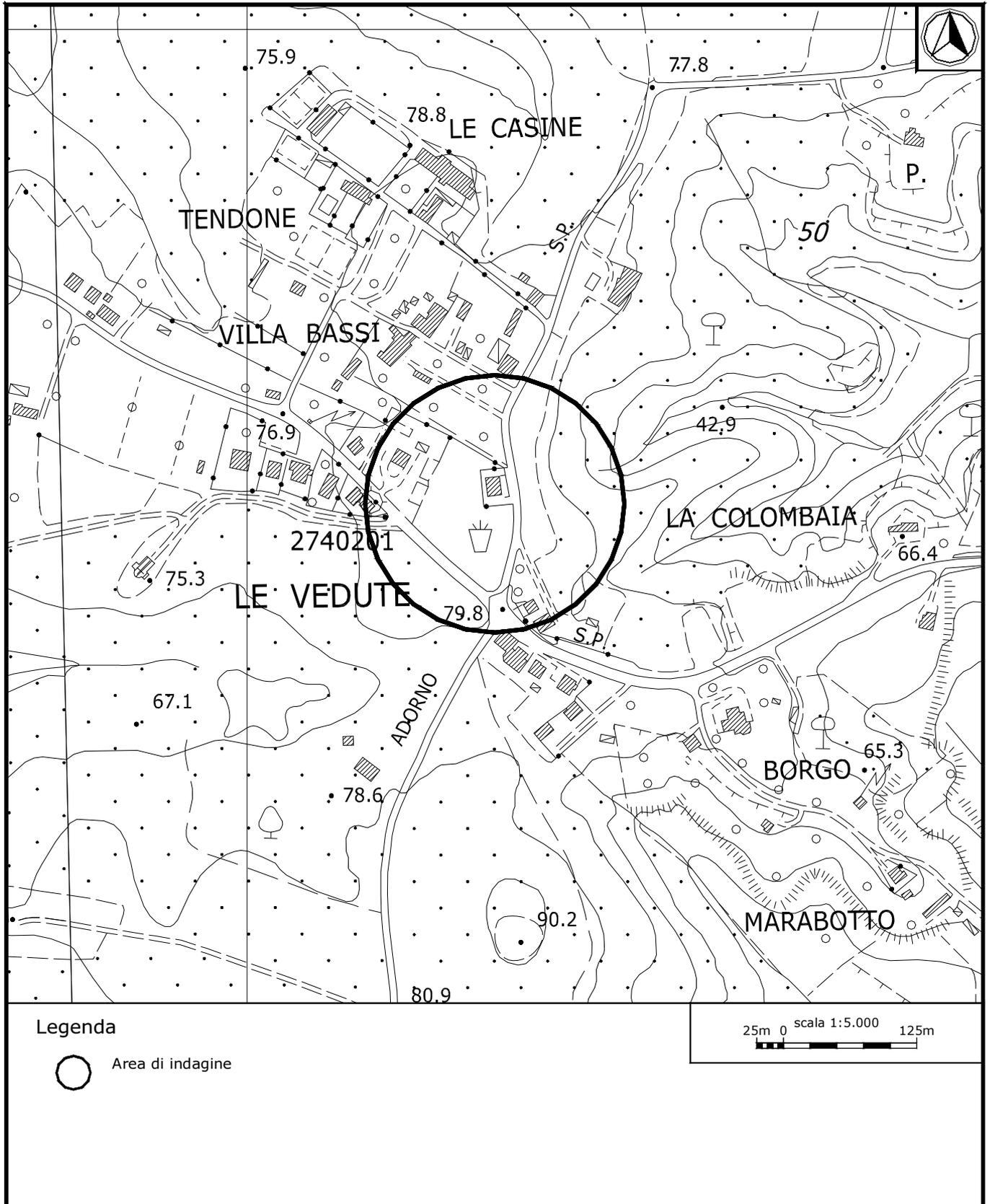
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	44.69 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	47368.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1334	OK	

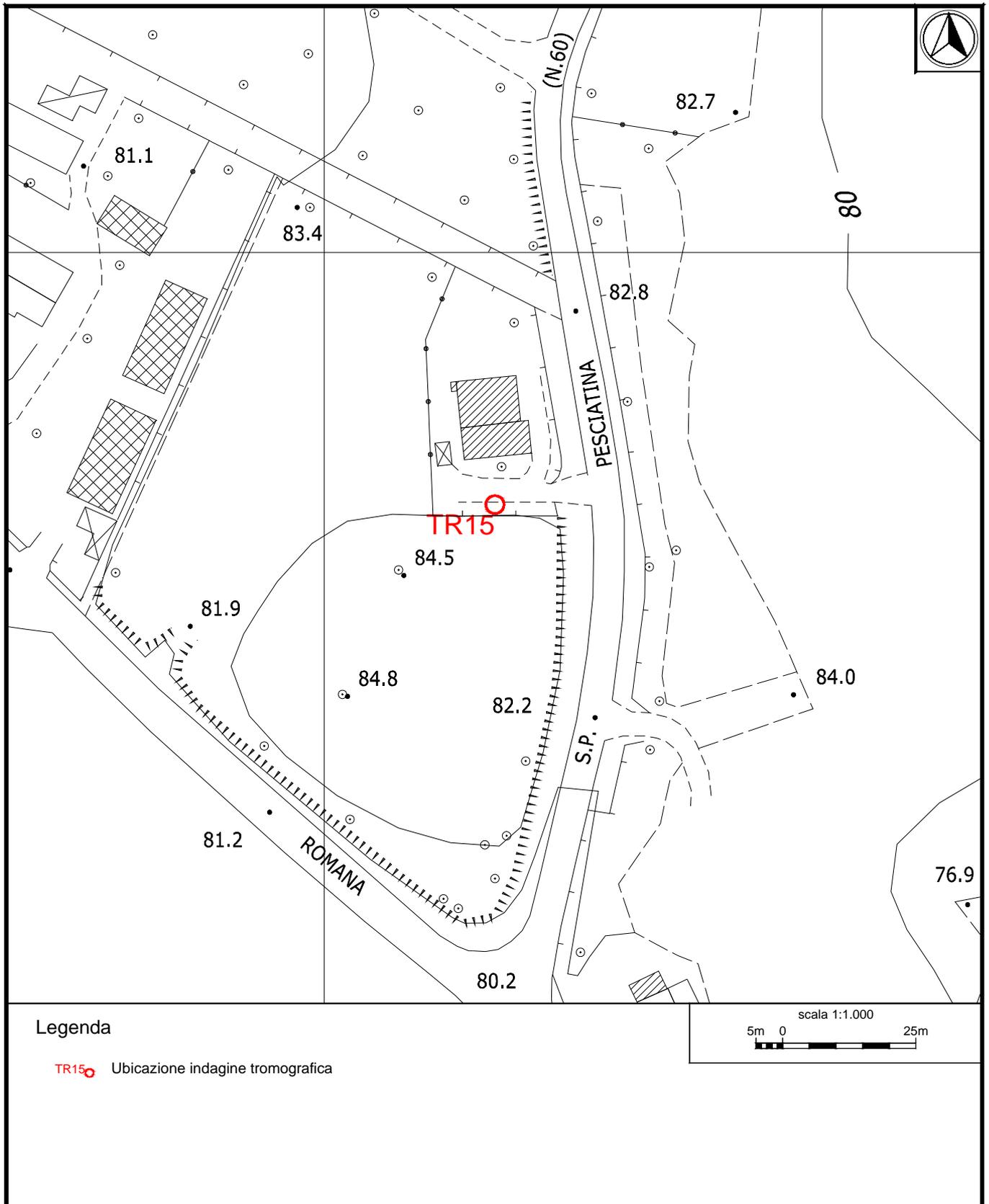
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	28.063 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.37 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13183  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	5.89112 < 2.23438		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5025 < 1.58	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 15. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 15. Dettaglio.**



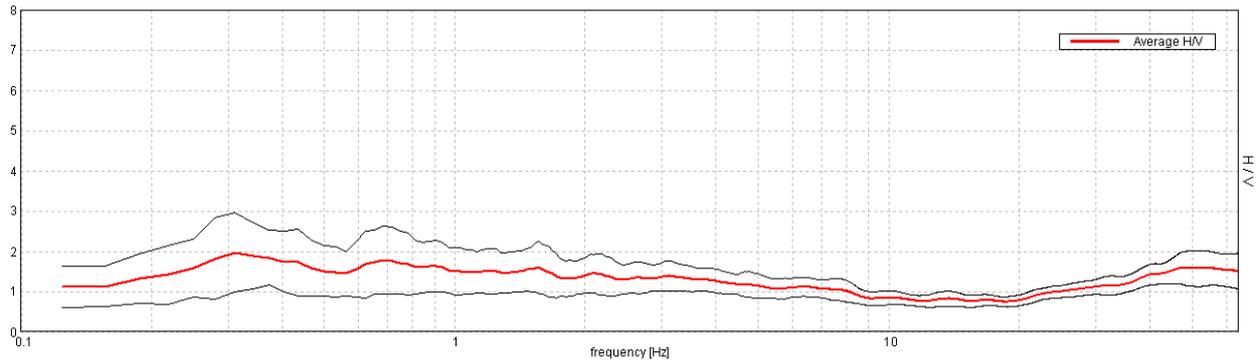
**Indagine Tromografica – Sito 15 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, LA TORRE SITO\_16

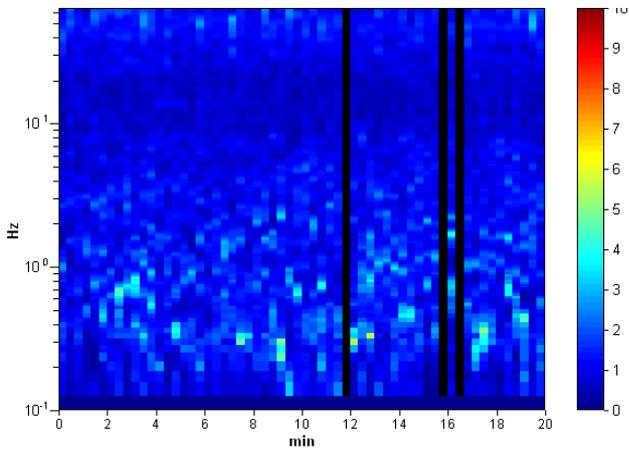
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 13:35:53 Fine registrazione: 08/10/13 13:55:54  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

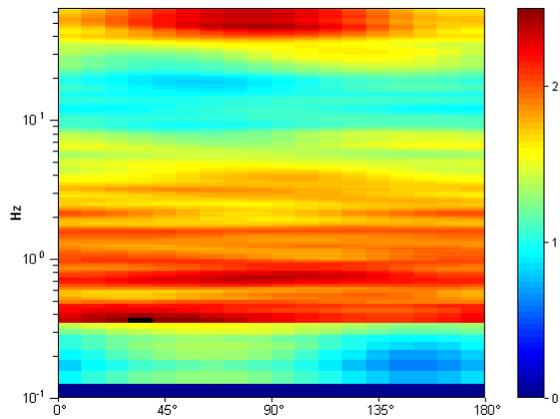
Max. H/V at 0.69 ± 13.06 Hz. (In the range 0.5 - 50.0 Hz).



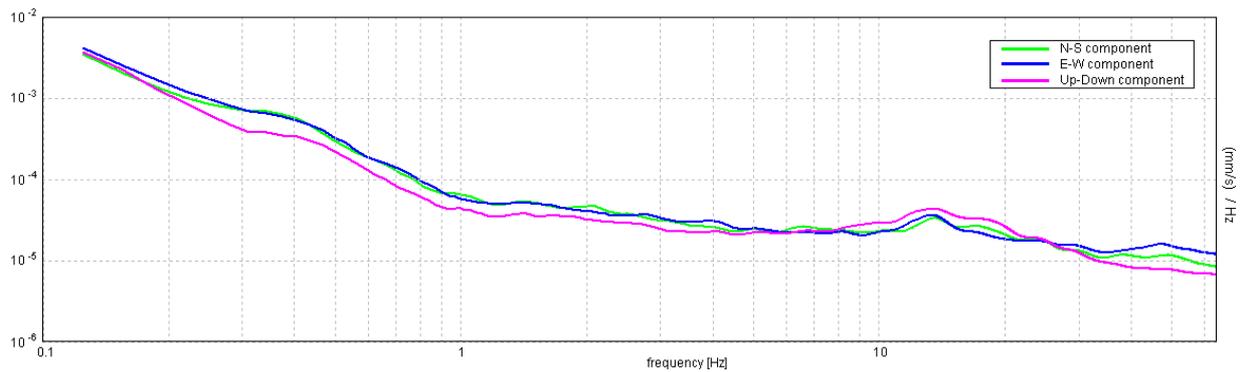
#### SERIE TEMPORALE H/V



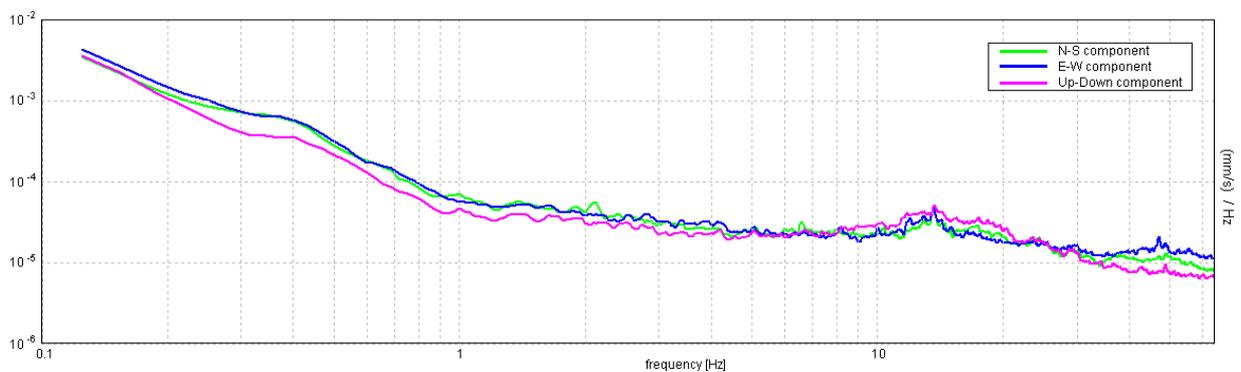
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



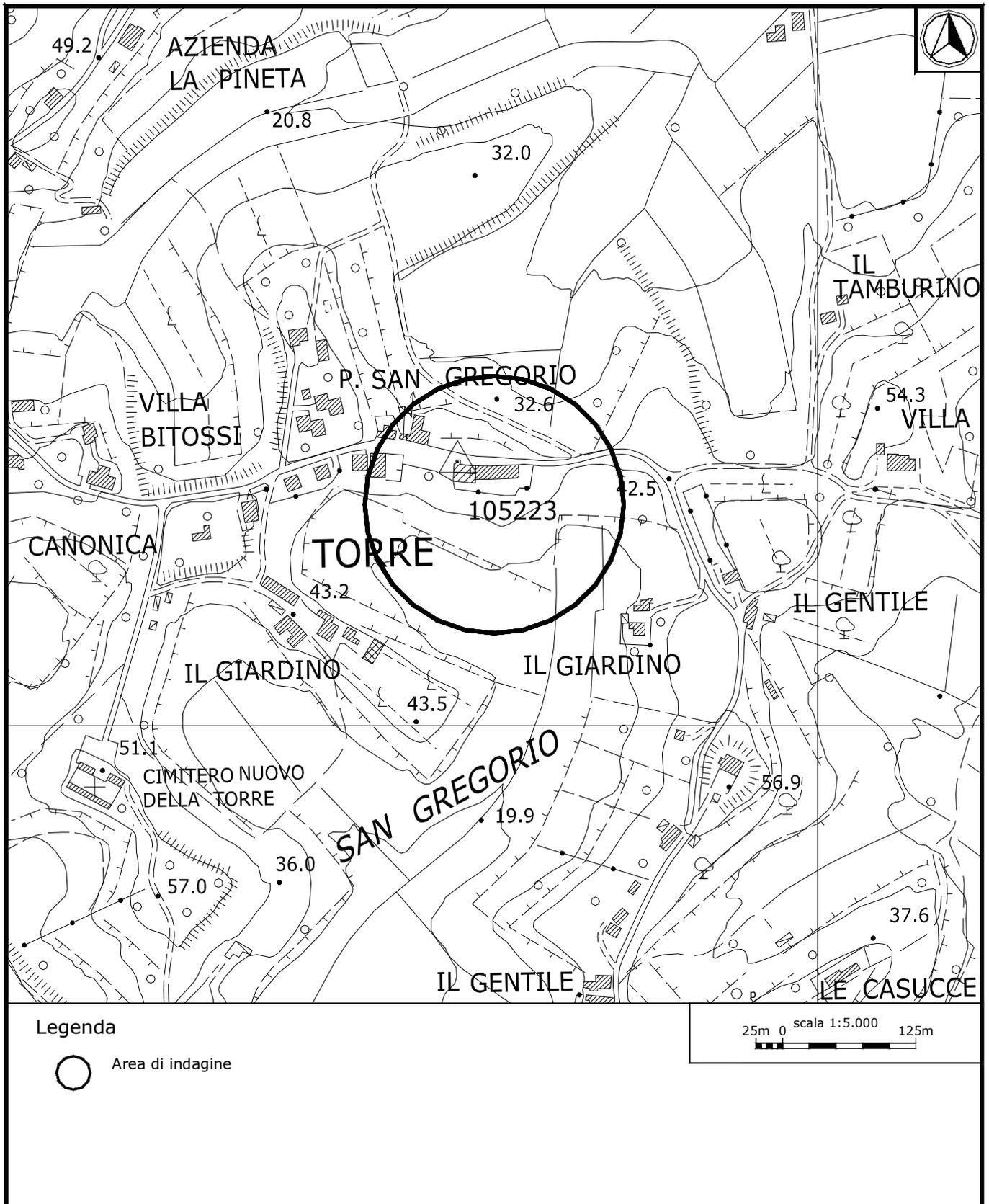
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



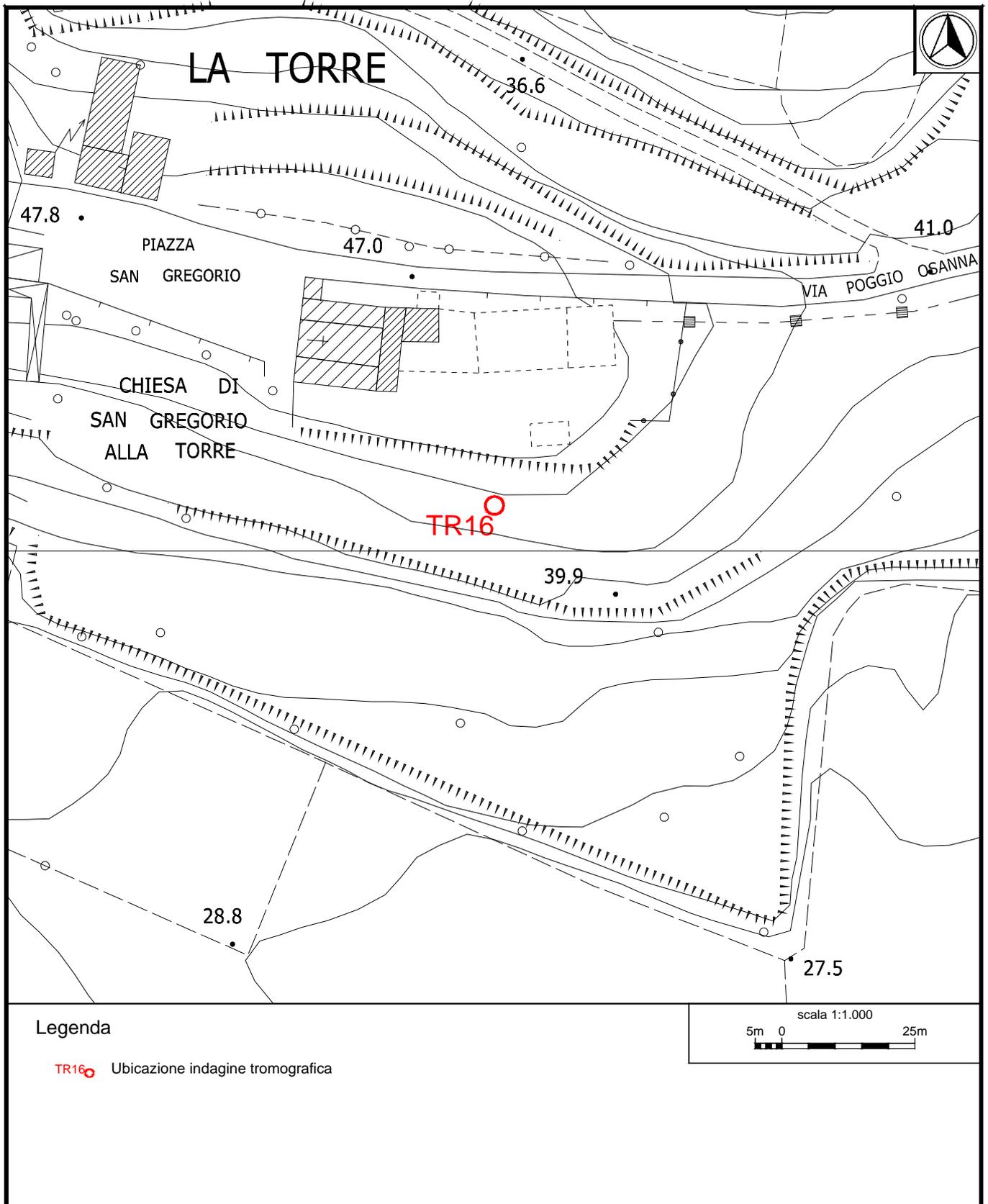
Sito 16. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $0.69 \pm 13.06$  Hz (nell'intervallo 0.5 - 50.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.69 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$783.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 34	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.78 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 19.00143  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$13.06348 < 0.10313$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8435 < 2.0$	<b>OK</b>	



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 16. Inquadramento.



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 16. Dettaglio.



**Indagine Tromografica – Sito 16 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, MASSARELLA SITO\_17

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 08/10/13 14:18:07 Fine registrazione: 08/10/13 14:38:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

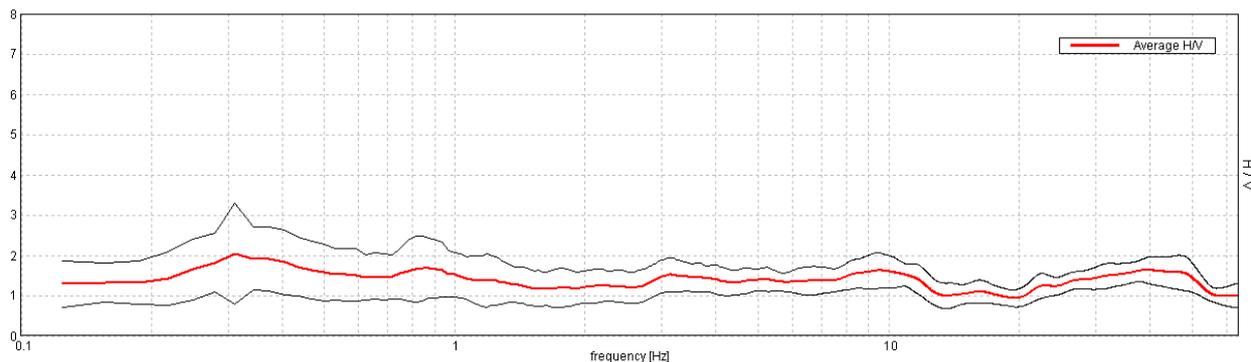
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

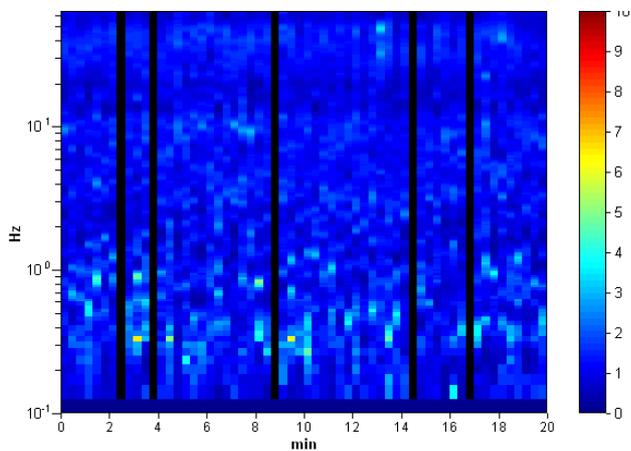
Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

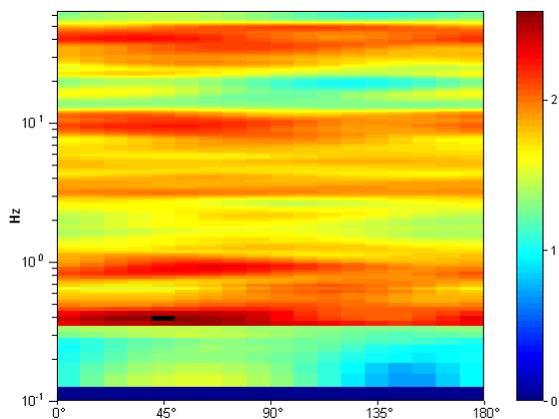
Max. H/V at 0.88 ± 3.54 Hz. (In the range 0.5 - 50.0 Hz).



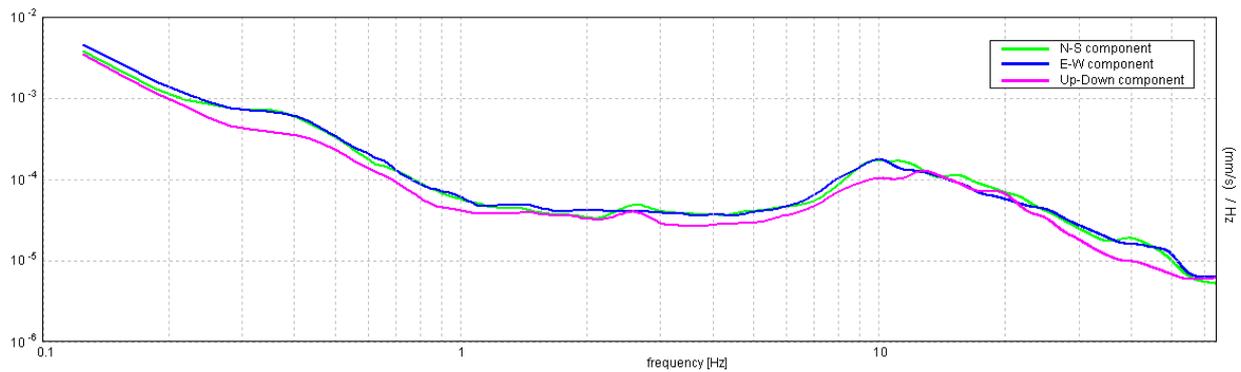
#### SERIE TEMPORALE H/V



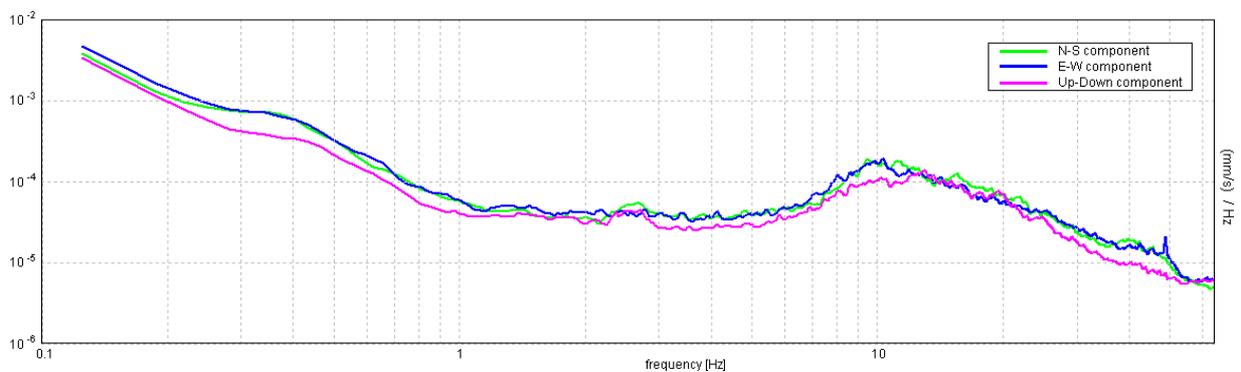
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 17. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $0.88 \pm 3.54$  Hz (nell'intervallo 0.5 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

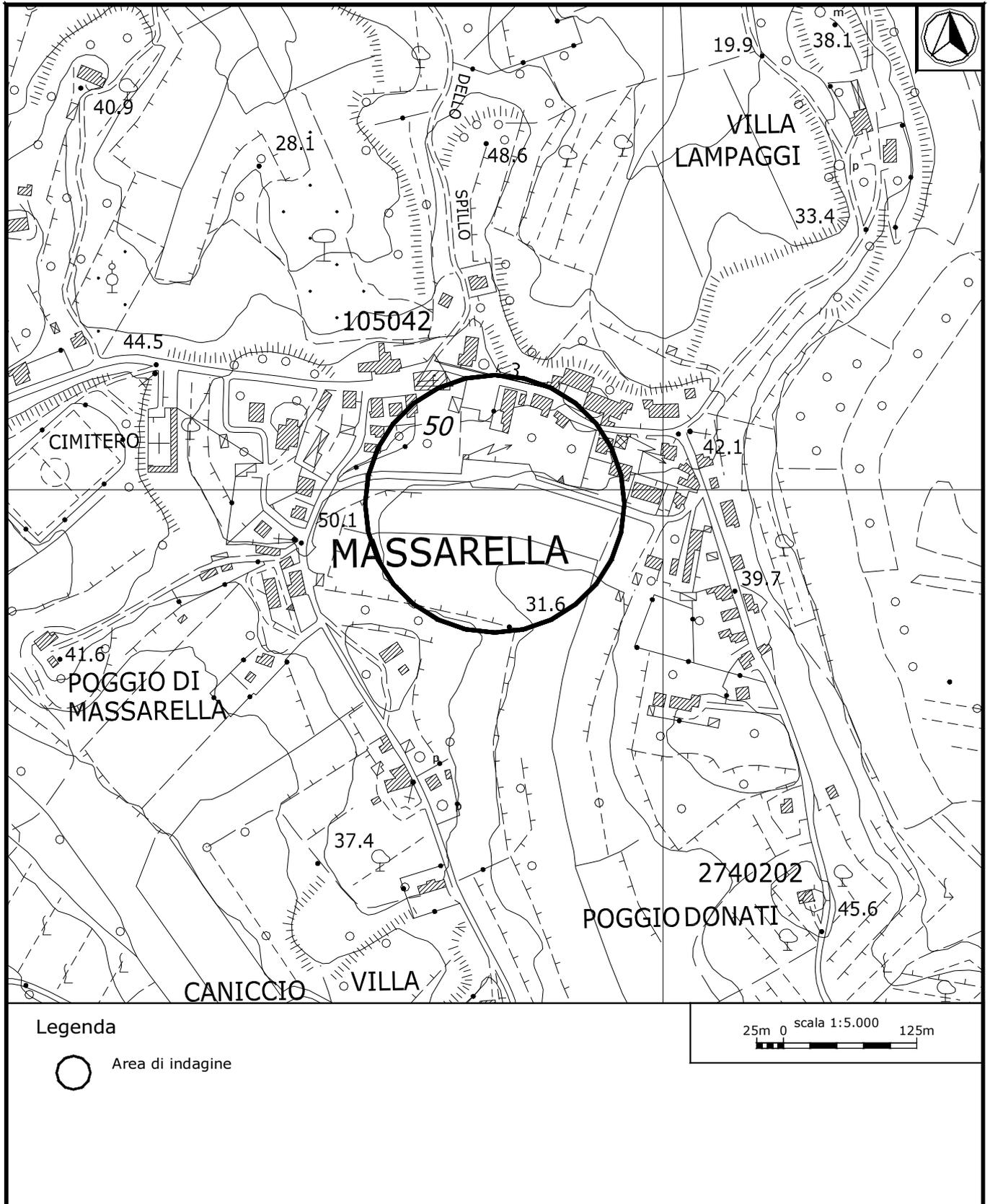
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.88 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$962.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 43	<b>OK</b>	

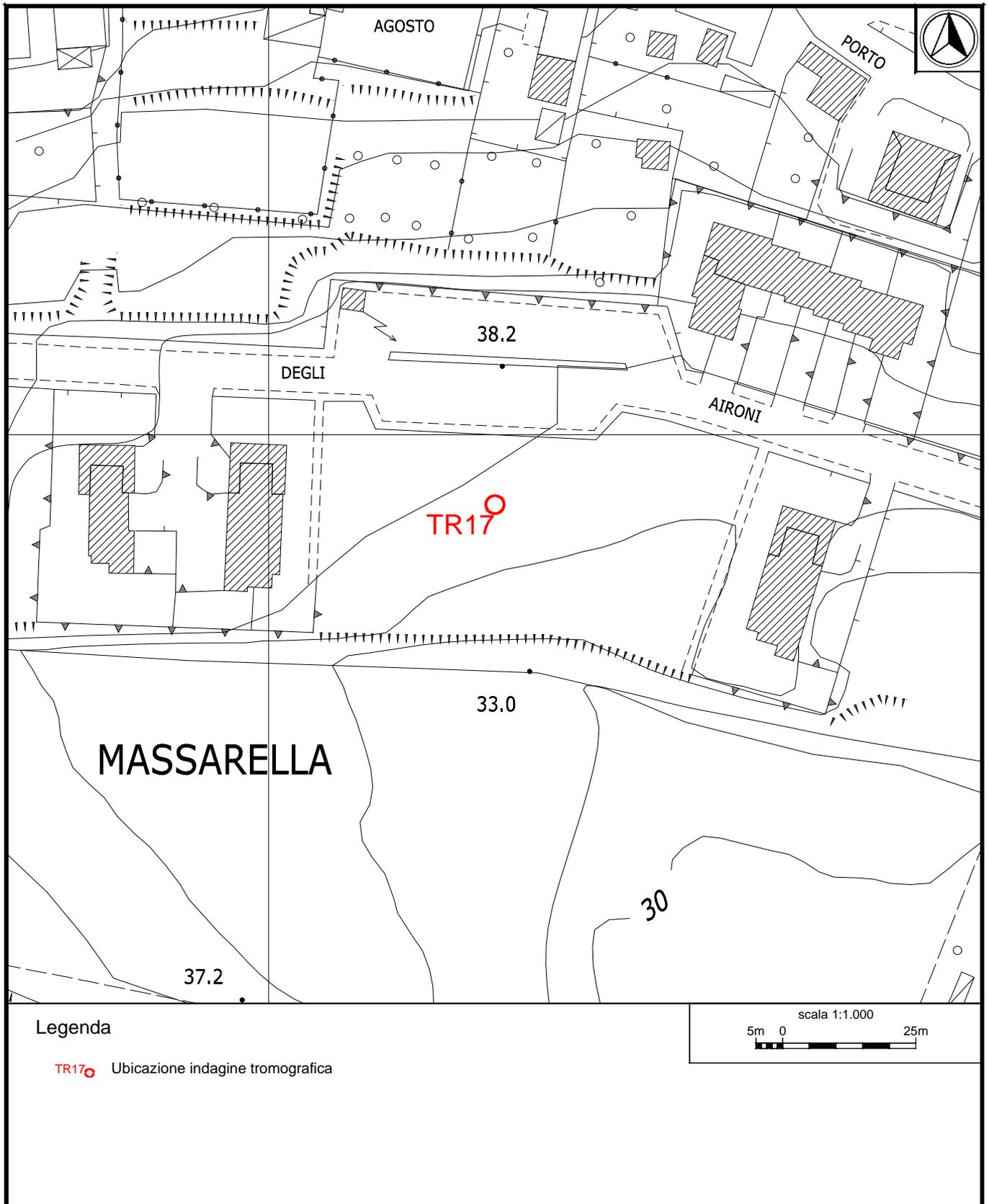
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.67 > 2$		<b>NO</b>
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.05012  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$3.54385 < 0.13125$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7462 < 2.0$	<b>OK</b>	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 17. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 17. Dettaglio.**

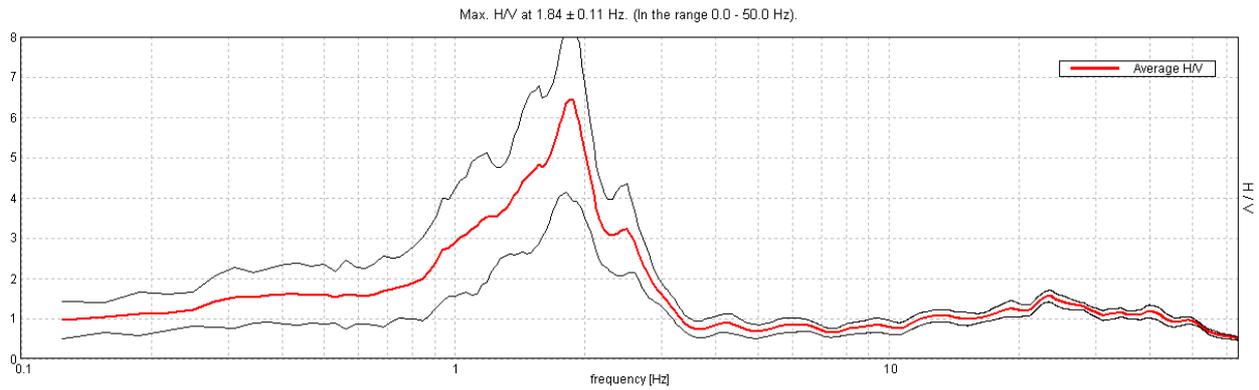


**Indagine Tromografica – Sito 17 - Documentazione fotografica.**

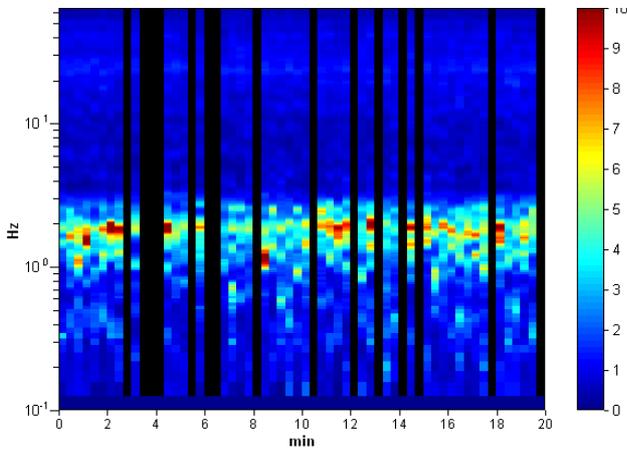
**J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, PONTE A CAPPIANO SITO\_18**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 15:59:18 Fine registrazione: 08/10/13 16:19:19  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

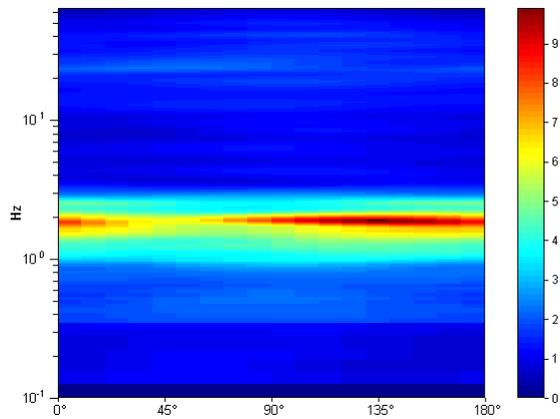
**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



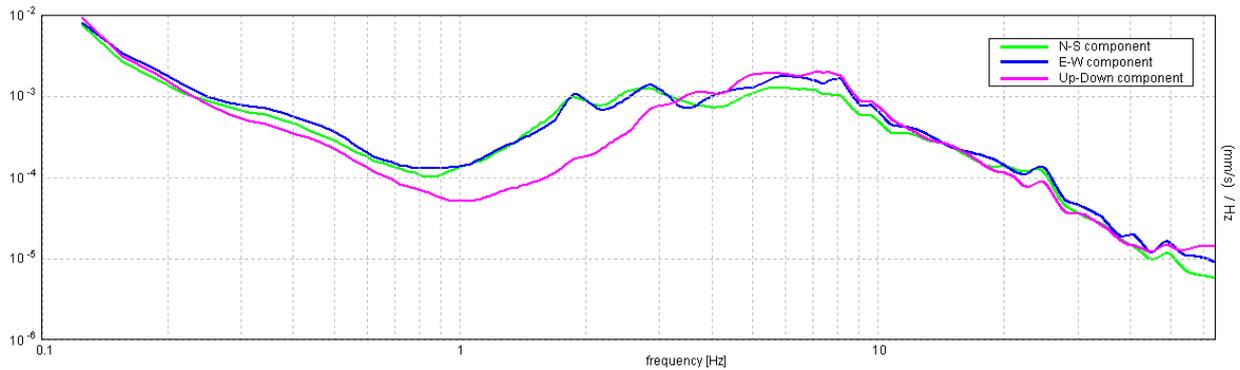
**SERIE TEMPORALE H/V**



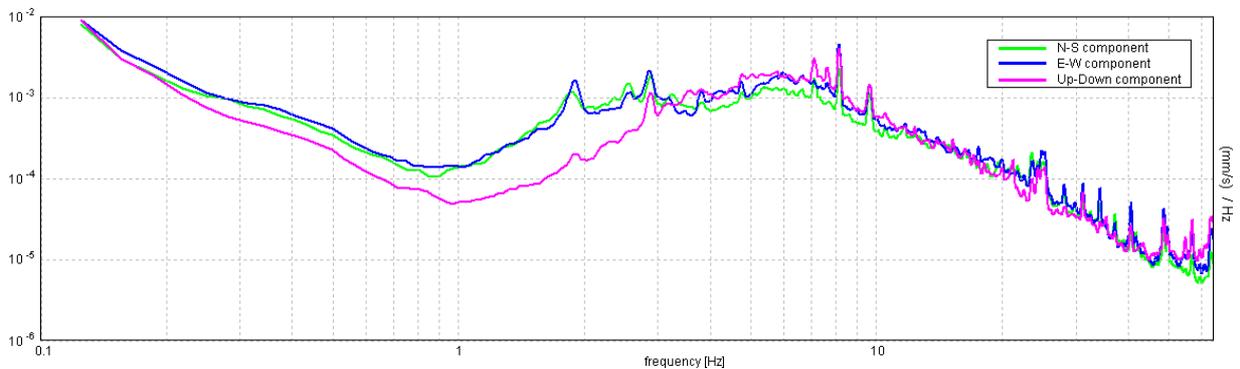
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



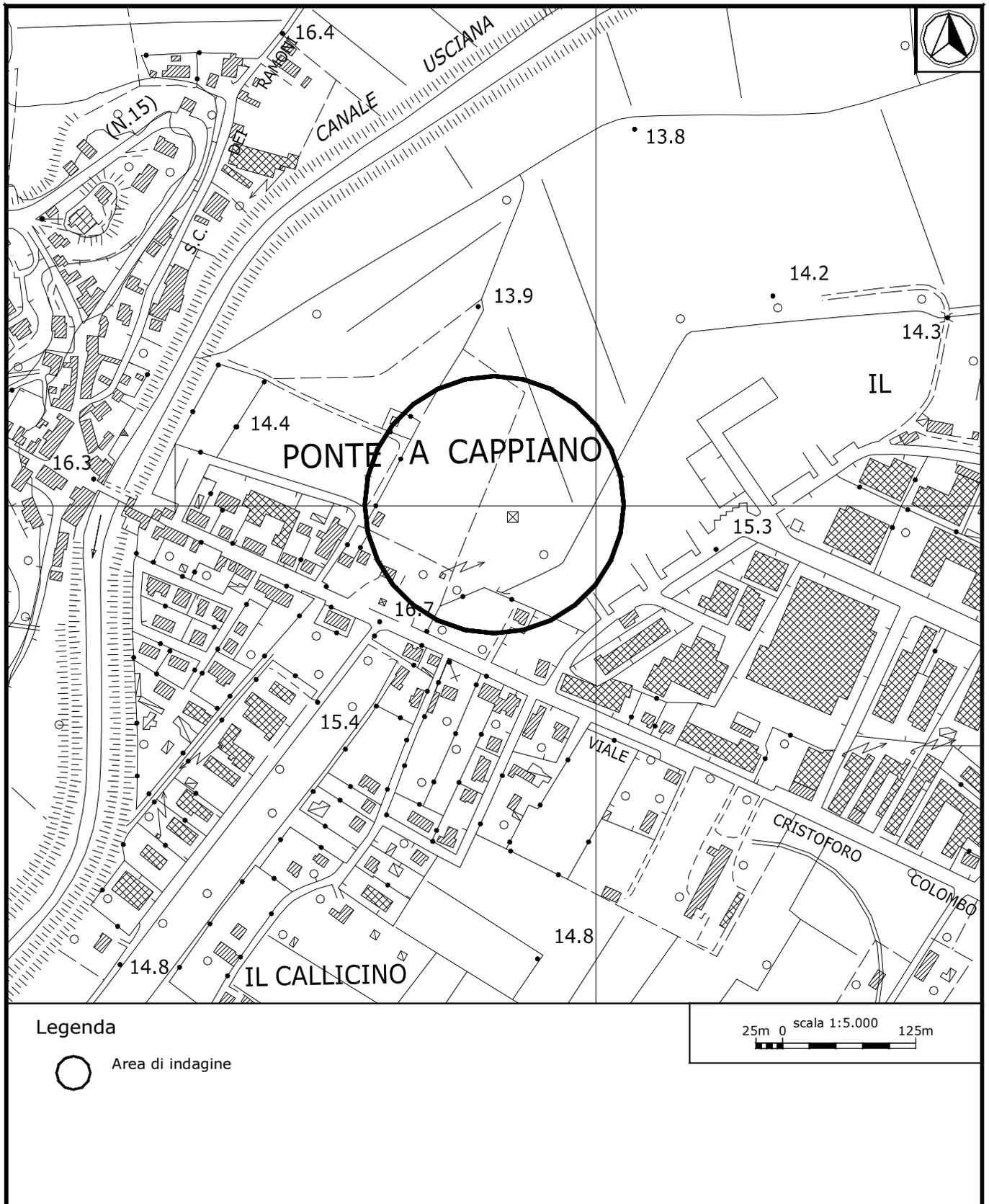
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



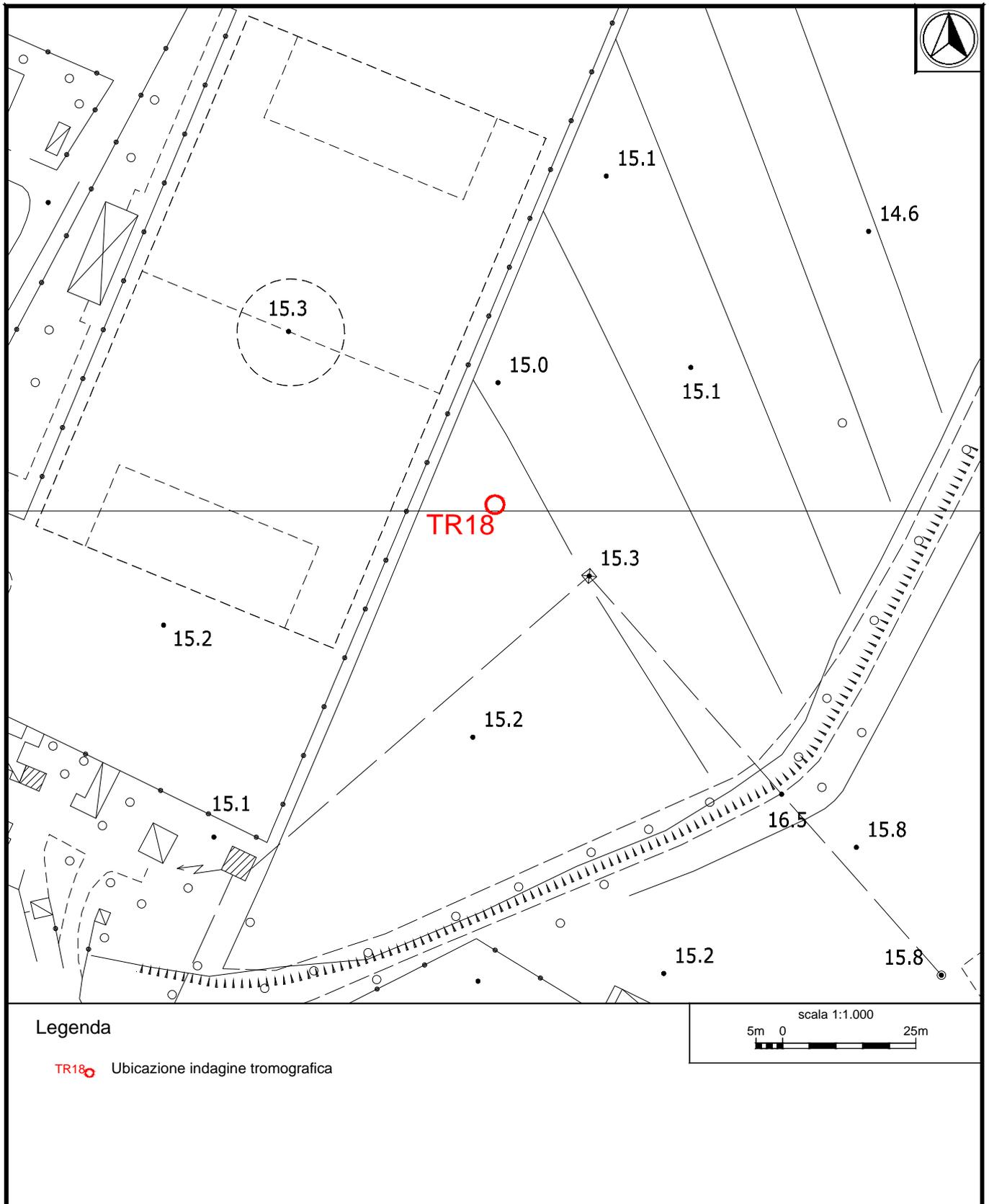
Sito 18. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.84 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.84 > 0.50	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	1659.4 > 200	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 5 volte su 90		<b>NO</b>
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.063 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.219 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	6.44 > 2	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.05784  < 0.05		<b>NO</b>
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.10664 < 0.18438	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	2.4249 < 1.78		<b>NO</b>



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 18. Inquadramento.**



**Legenda**

TR18  Ubicazione indagine tromografica

scala 1:1.000  
5m 0 25m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 18. Dettaglio.**



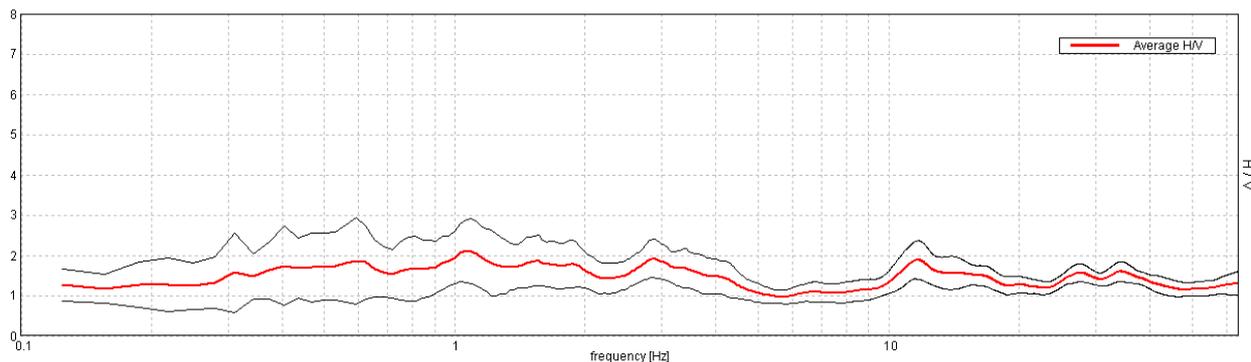
**Indagine Tromografica – Sito 18 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, PONTE A CAPPIANO SITO\_19

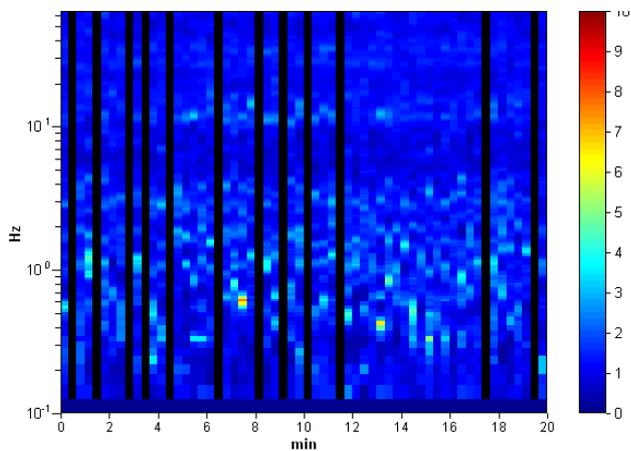
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 16:27:51 Fine registrazione: 08/10/13 16:47:52  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

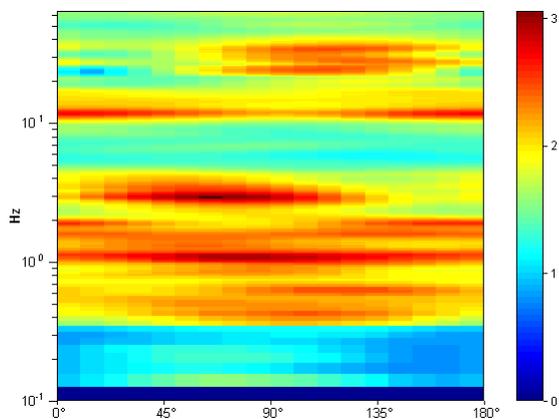
Max. H/V at 1.06 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



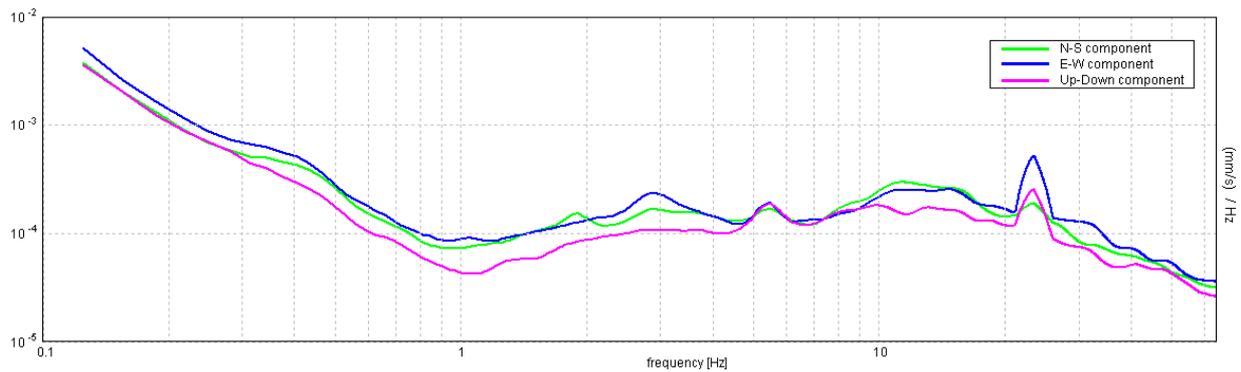
#### SERIE TEMPORALE H/V



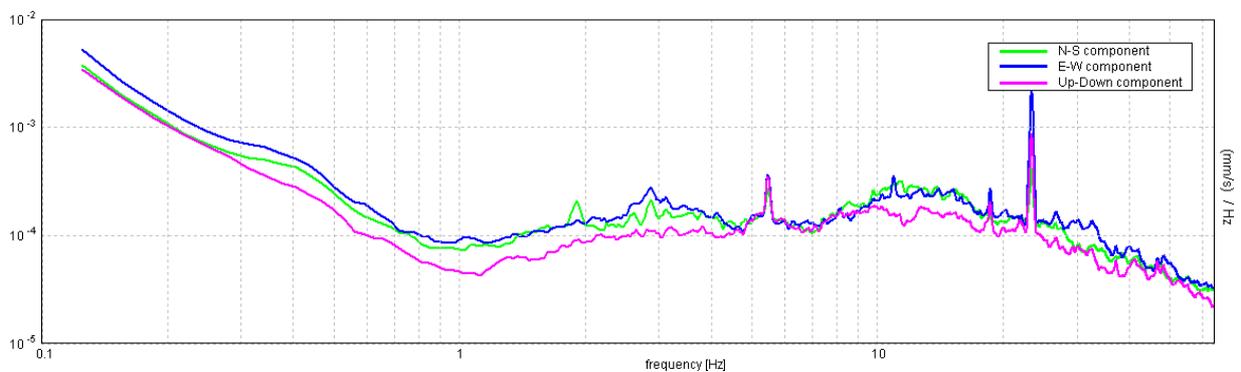
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 19. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a  $1.06 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

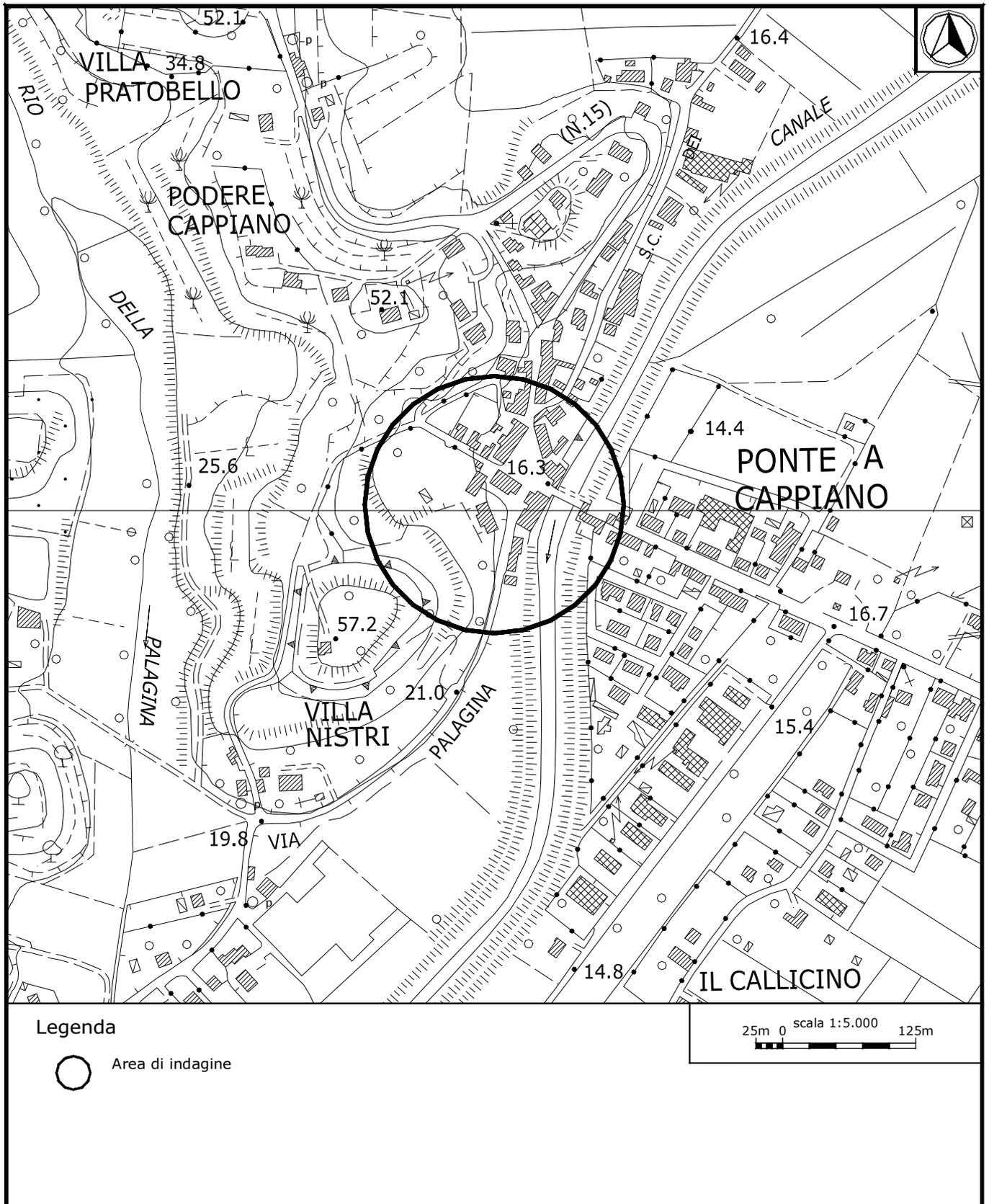
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.06 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1020.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 52	OK	

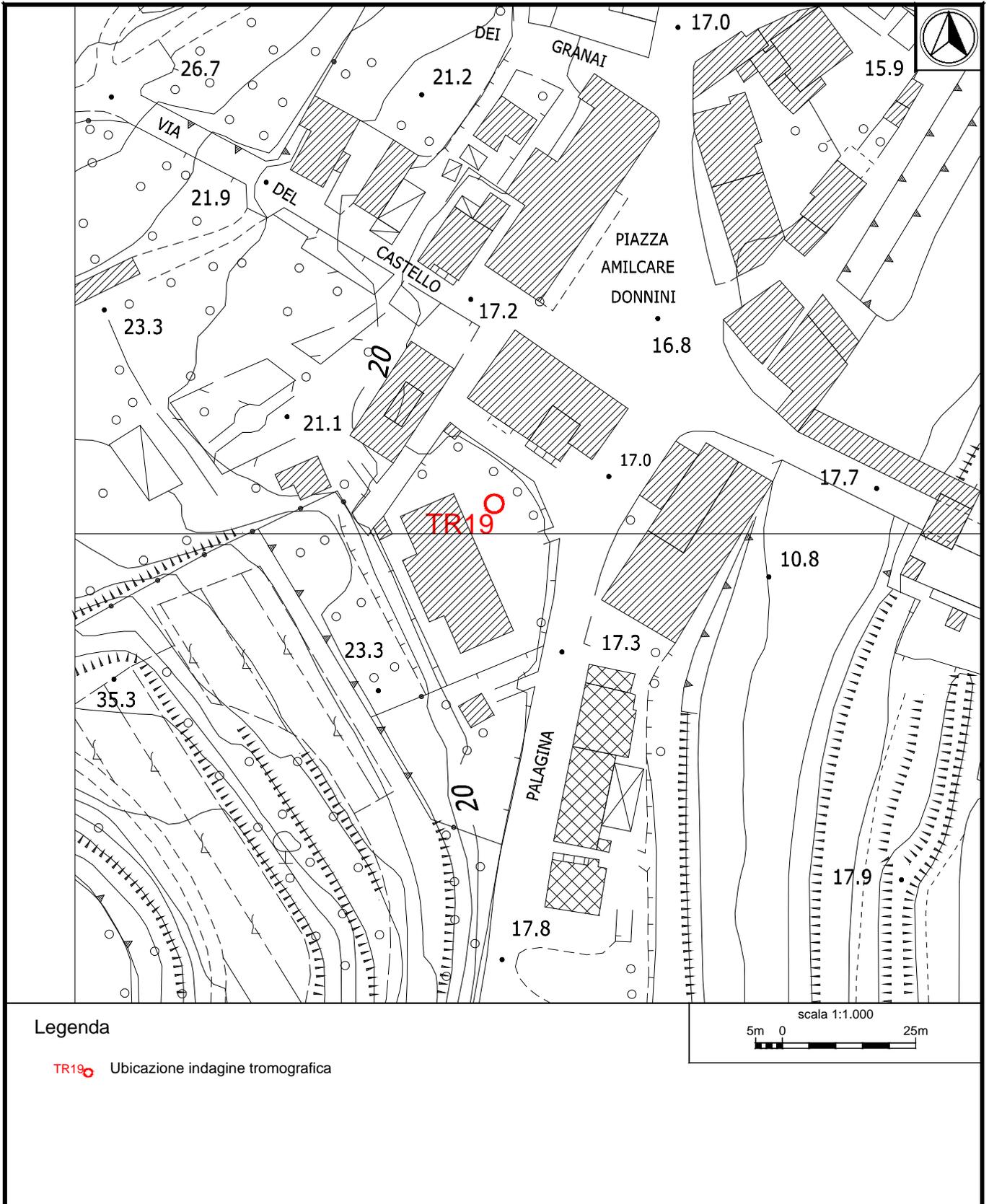
Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.10 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14258  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.15149 < 0.10625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7778 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 19. Inquadramento.**



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 19. Dettaglio.



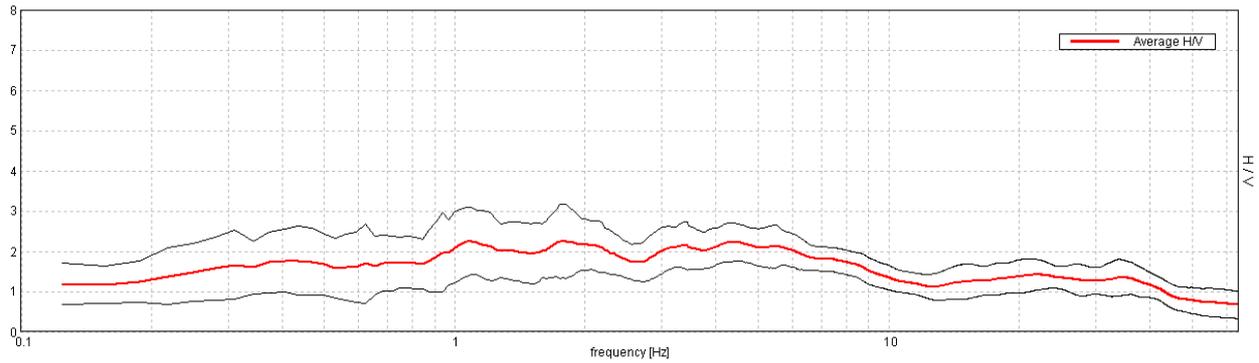
**Indagine Tromografica – Sito 19 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_10\_08\_FUCECCHIO\_TR, CIONI SITO\_20

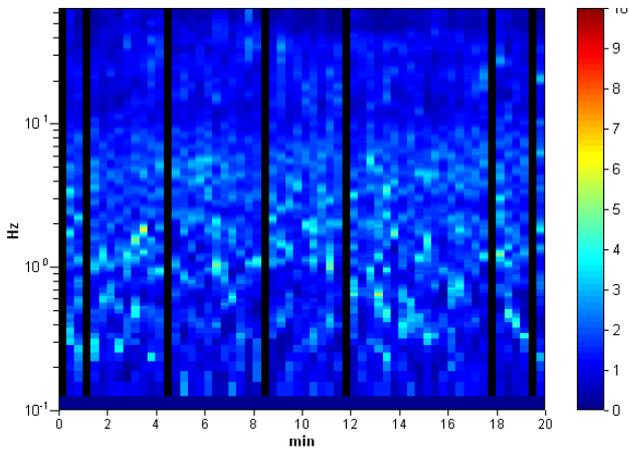
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 08/10/13 17:05:00 Fine registrazione: 08/10/13 17:25:01  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

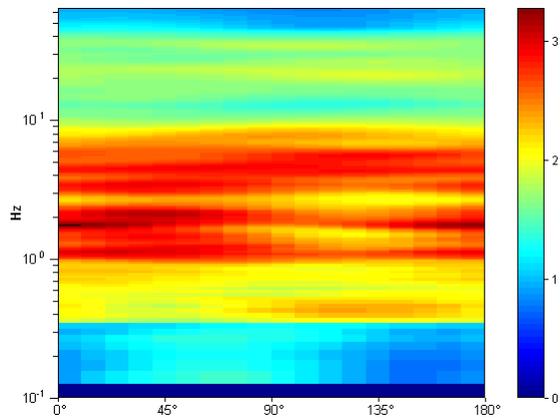
Max. H/V at 1.09 ± 1.21 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



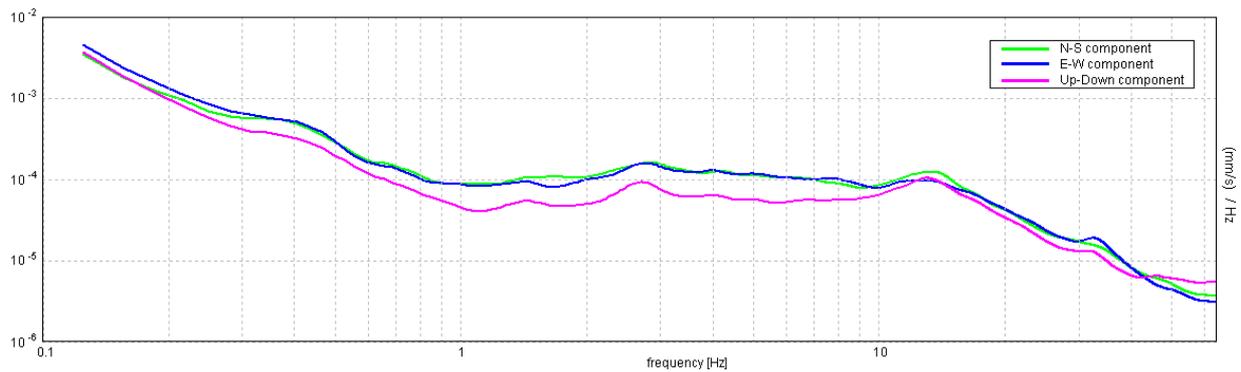
#### SERIE TEMPORALE H/V



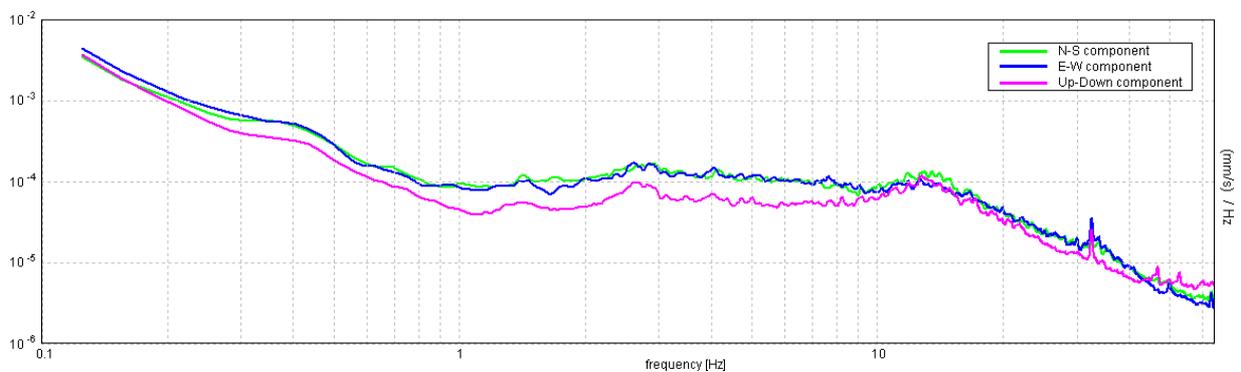
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 20. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.09 \pm 1.21$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

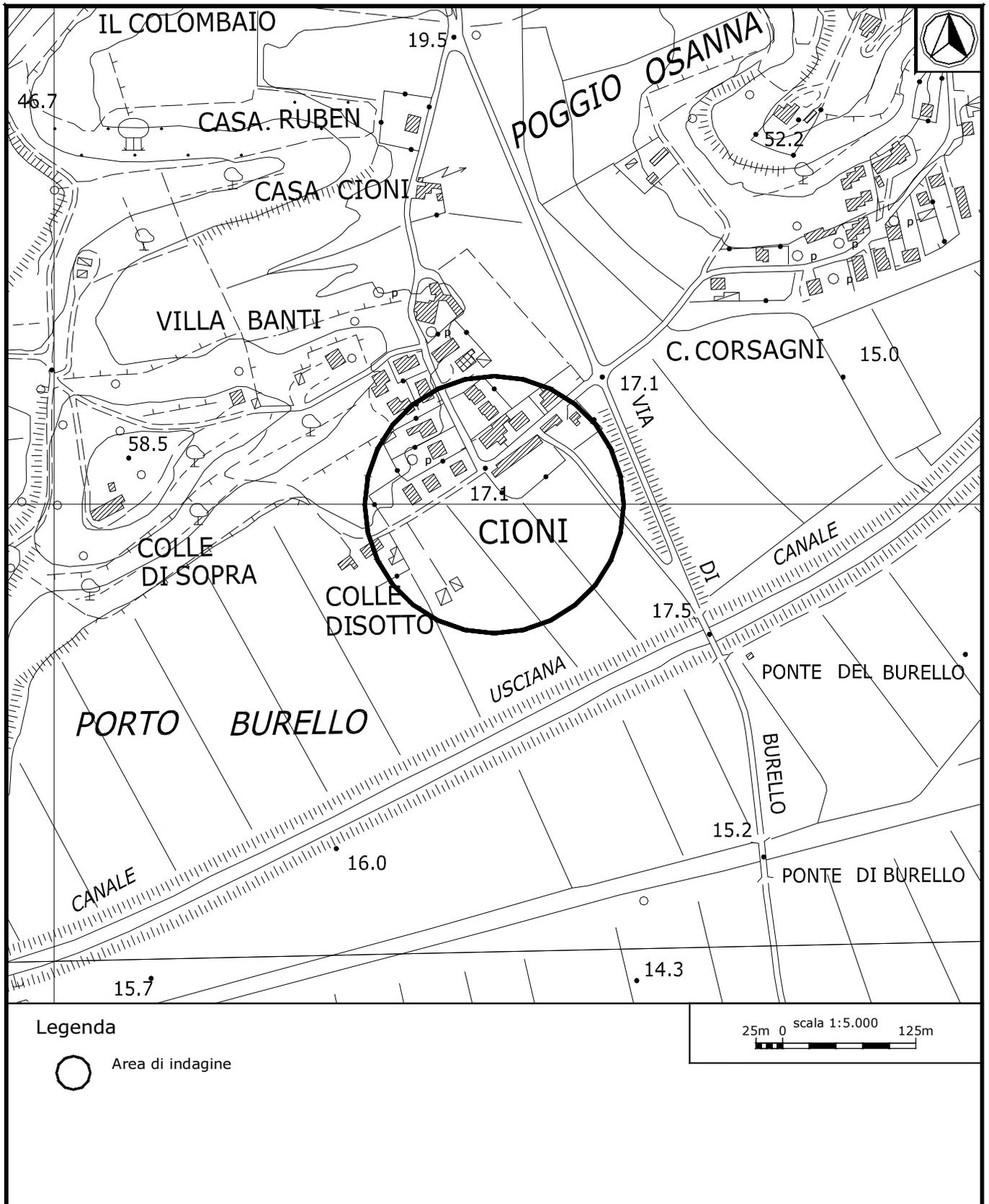
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.09 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1159.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 54	OK	

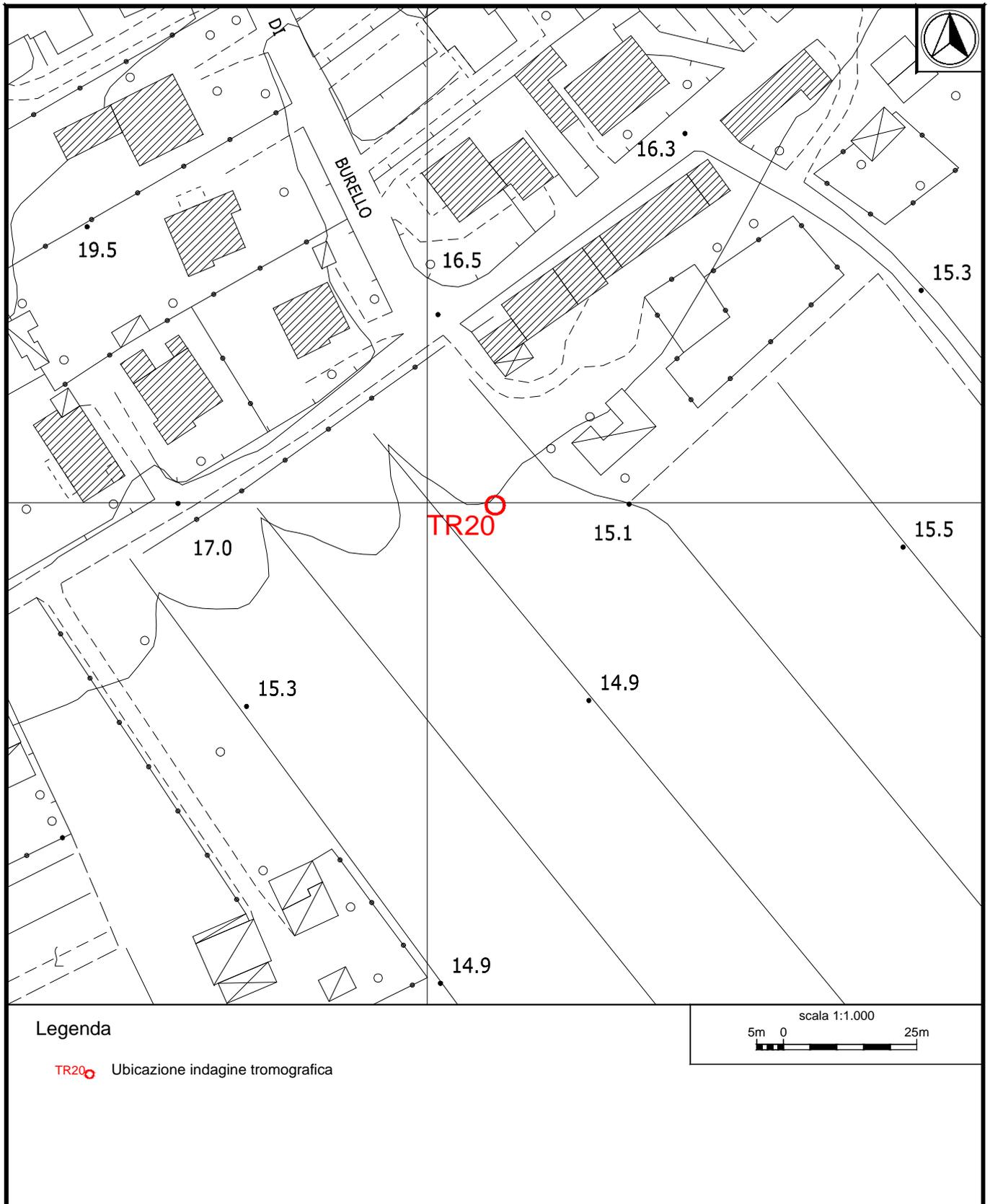
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.25 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.10758  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$1.21141 < 0.10938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8378 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 20. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 20. Dettaglio.**



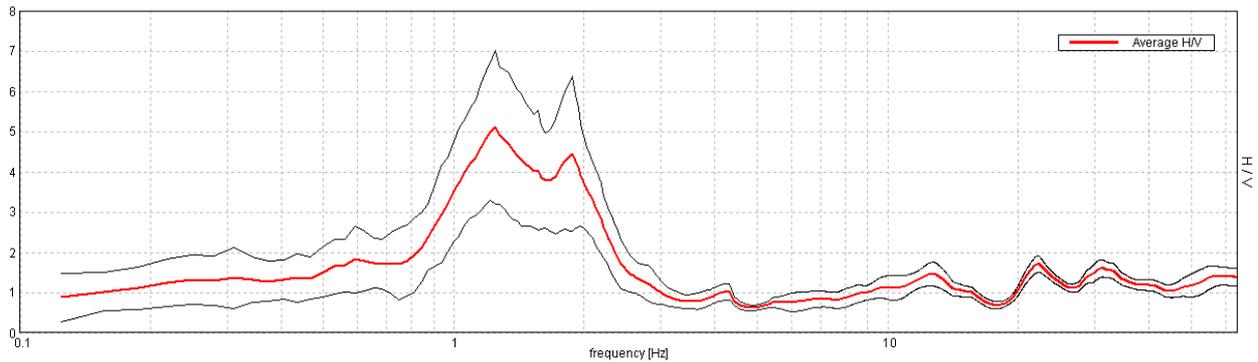
**Indagine Tromografica – Sito 20 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, PONTE A CAPPIANO SITO\_21

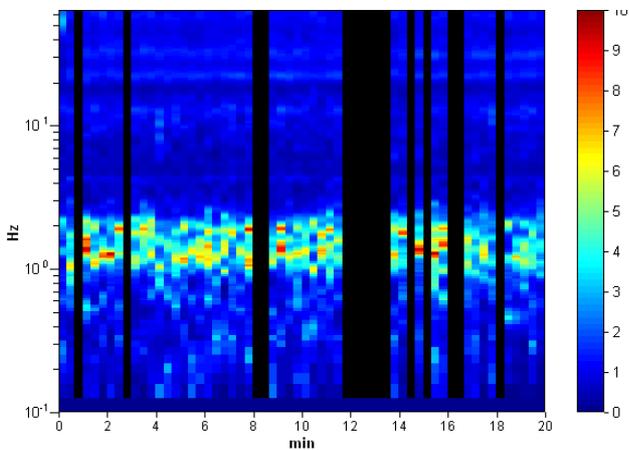
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 11:45:32 Fine registrazione: 10/01/14 12:05:33  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

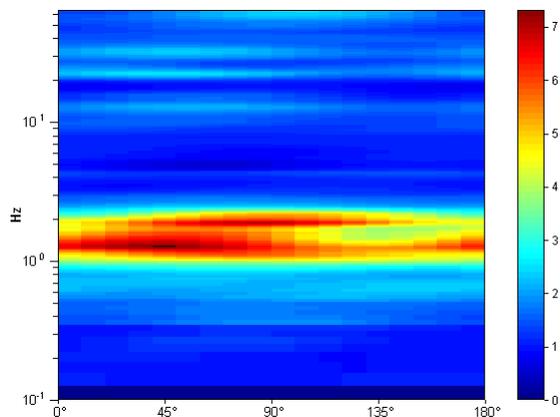
Picco H/V a  $1.25 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).



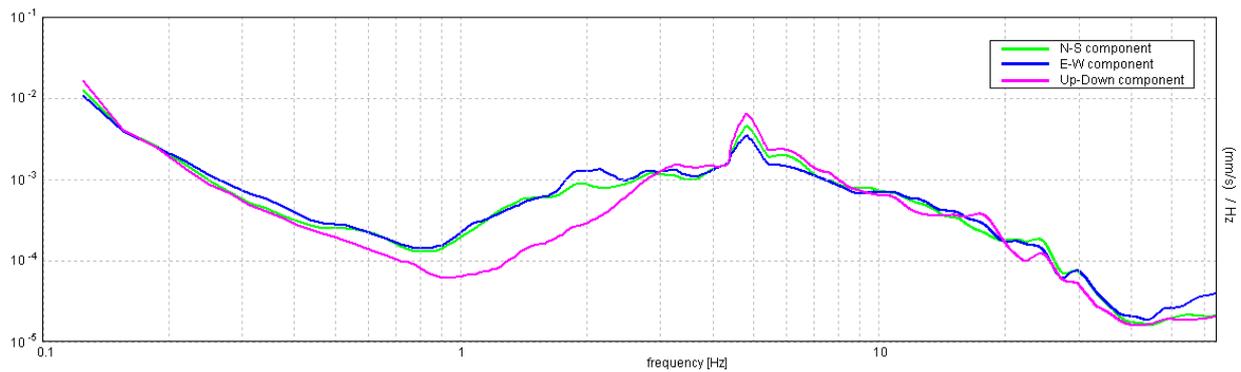
#### SERIE TEMPORALE H/V



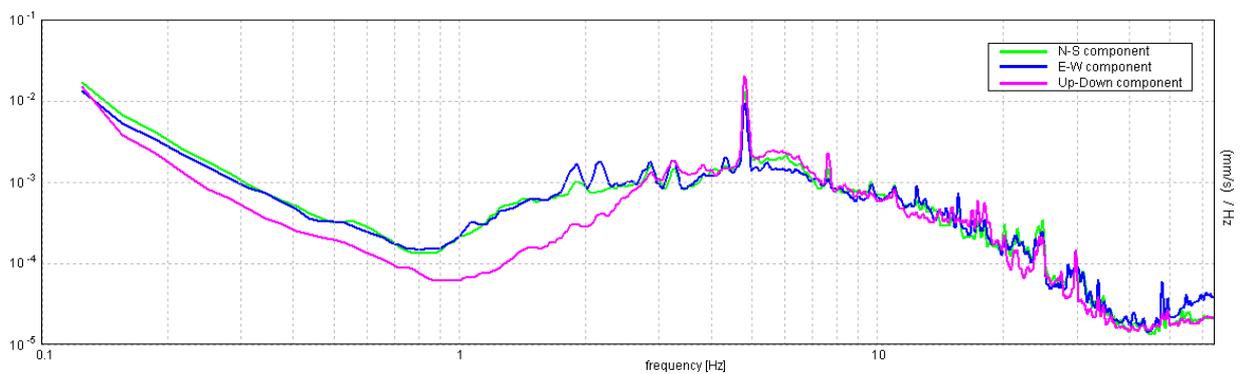
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 21. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

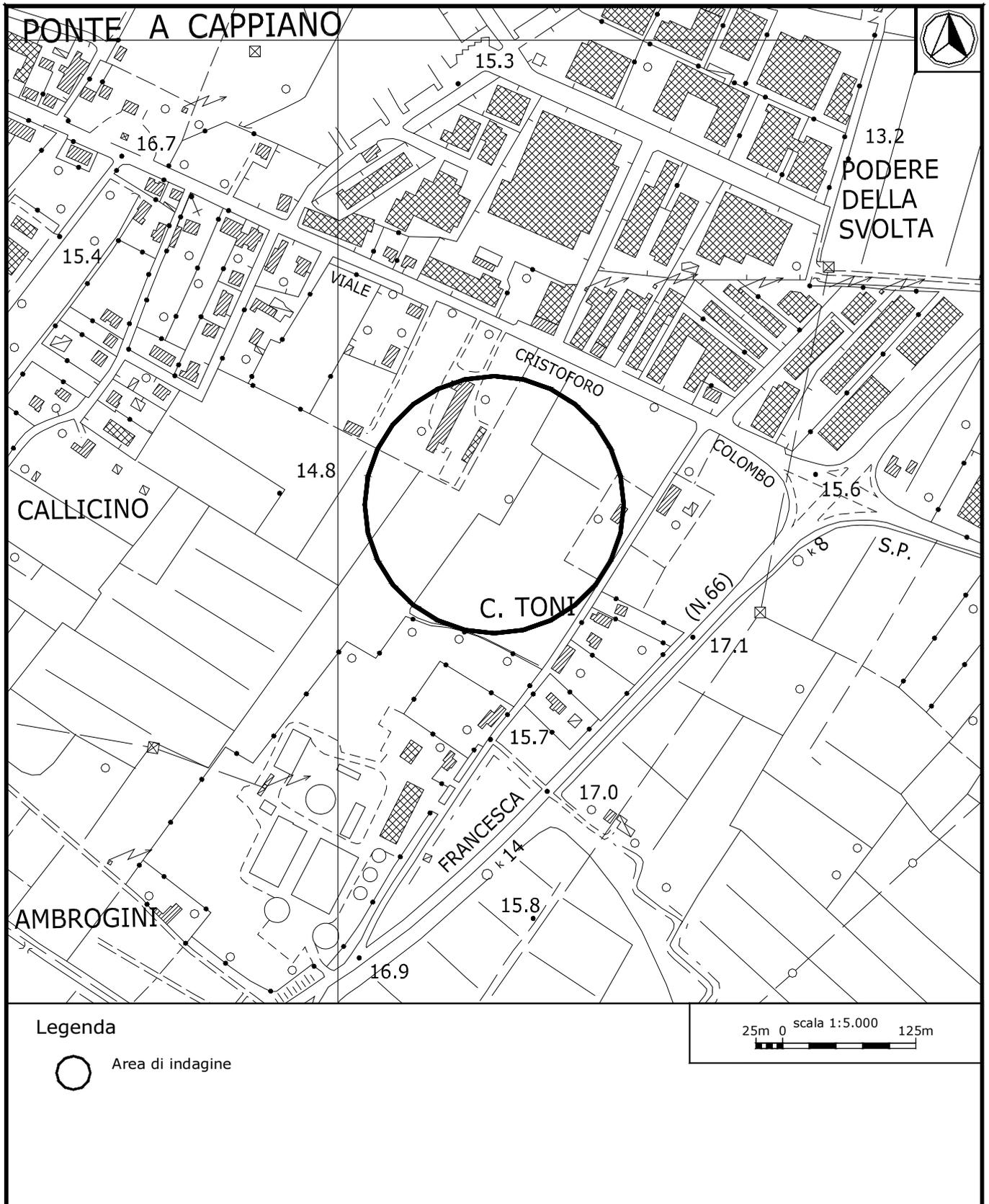
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1125.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

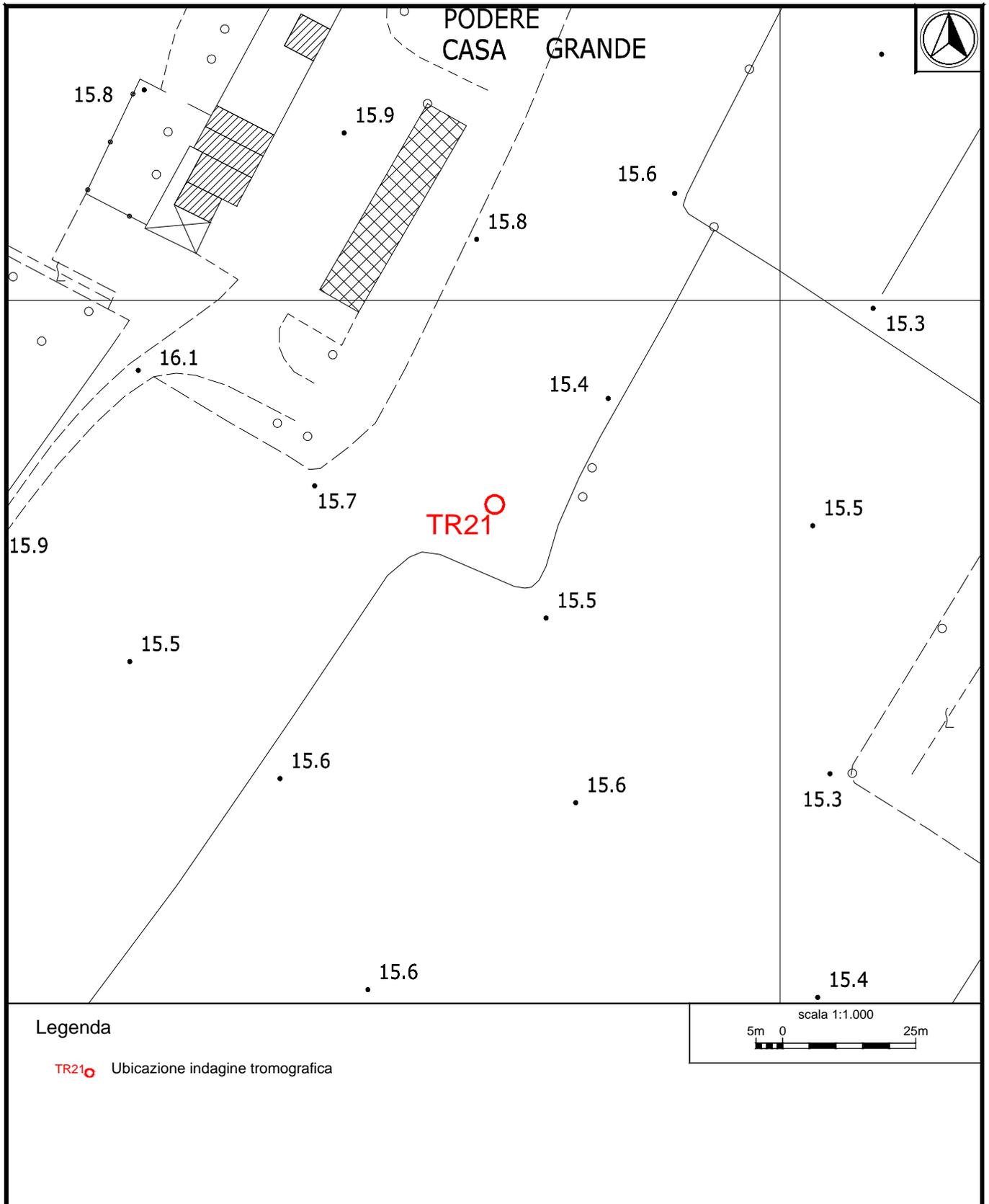
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.875 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.11 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10833  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.13542 < 0.125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.9084 < 1.78$		NO



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 21. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 21. Dettaglio.**



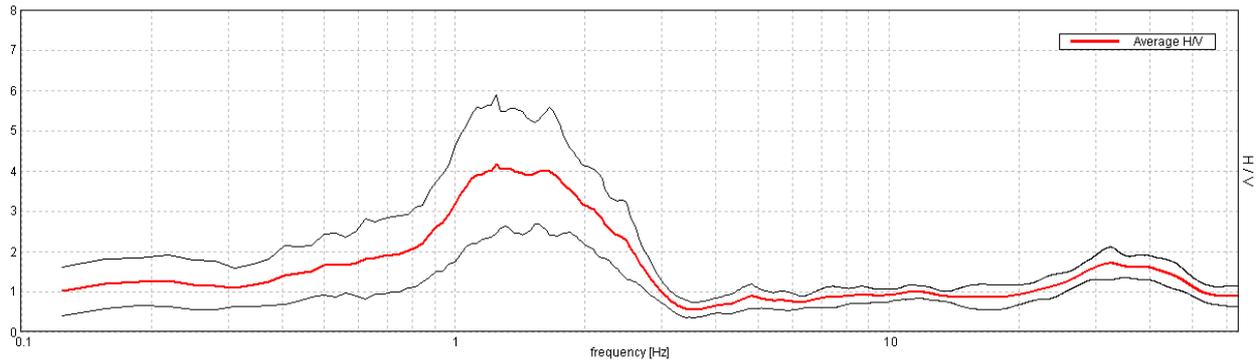
**Indagine Tromografica – Sito 21 - Documentazione fotografica.**

### J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, MEZZOPIANO SITO\_22

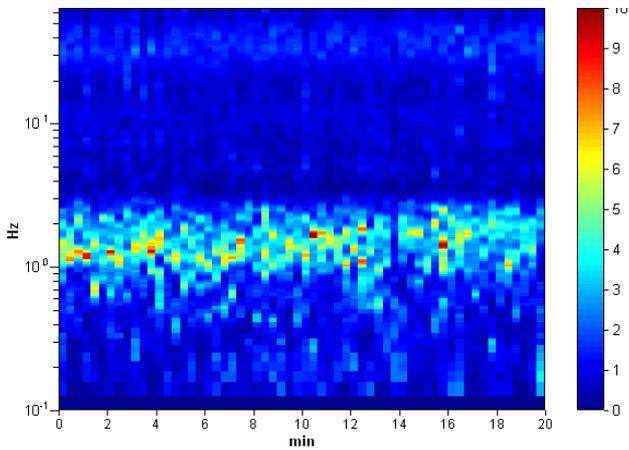
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 12:57:45 Fine registrazione: 10/01/14 13:17:46  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

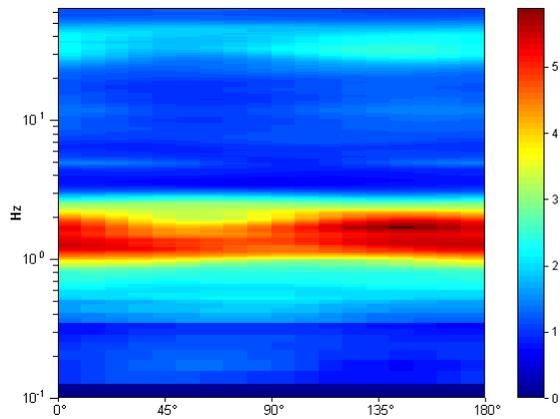
Max. H/V at 1.25 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



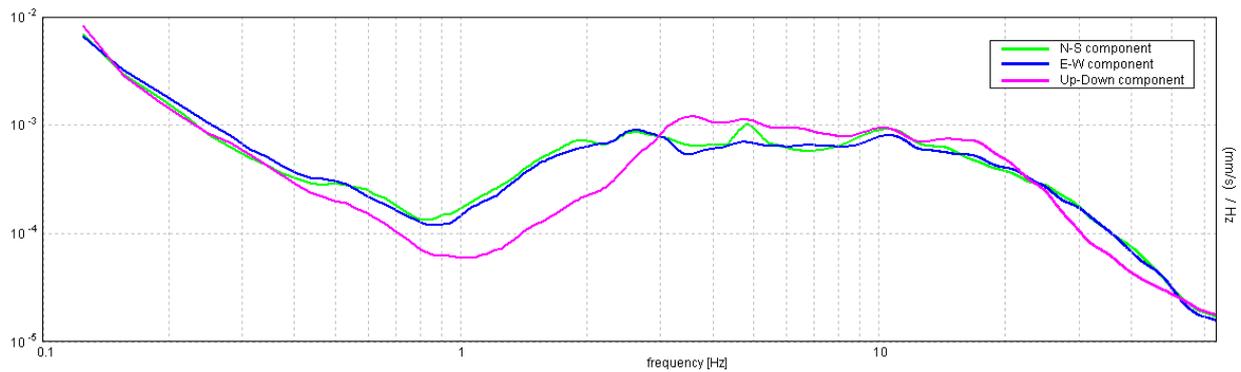
#### SERIE TEMPORALE H/V



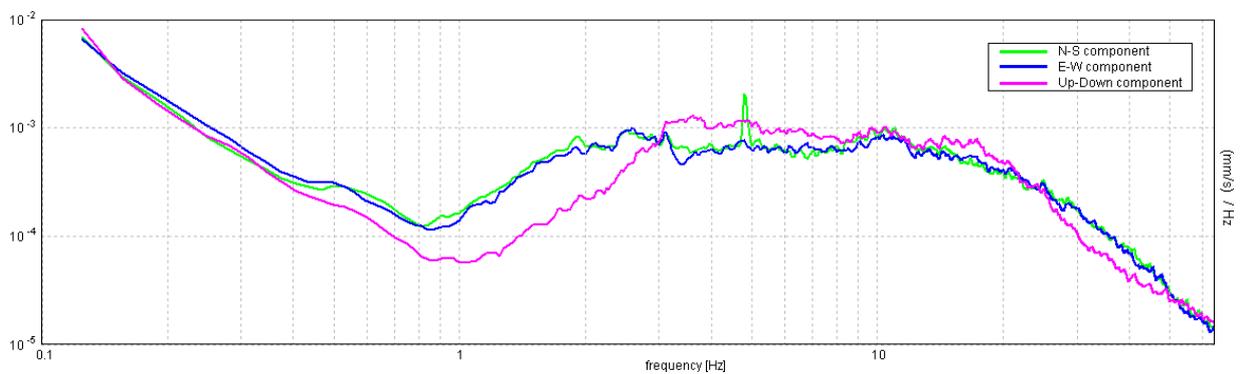
#### DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 22. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

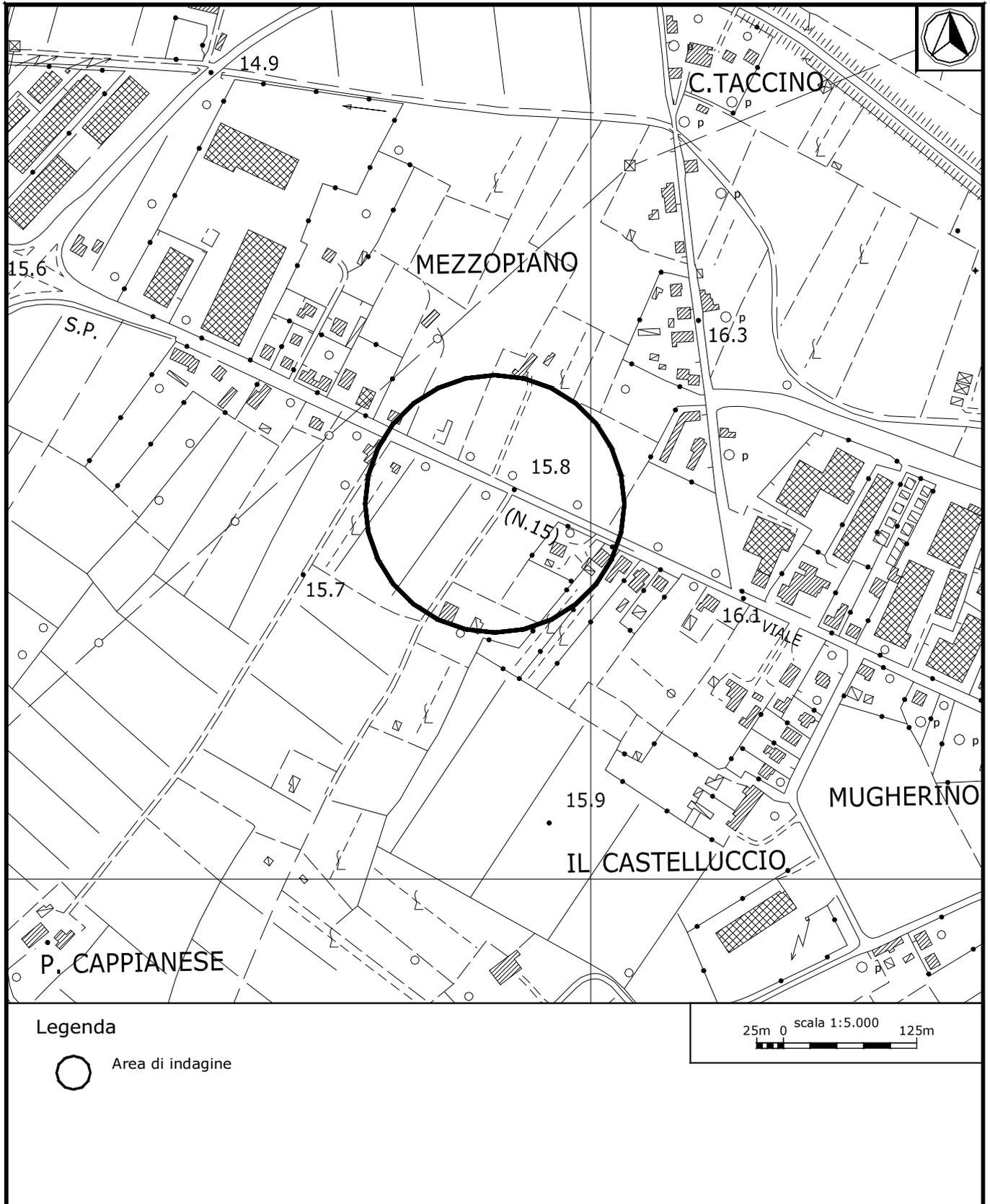
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1500.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

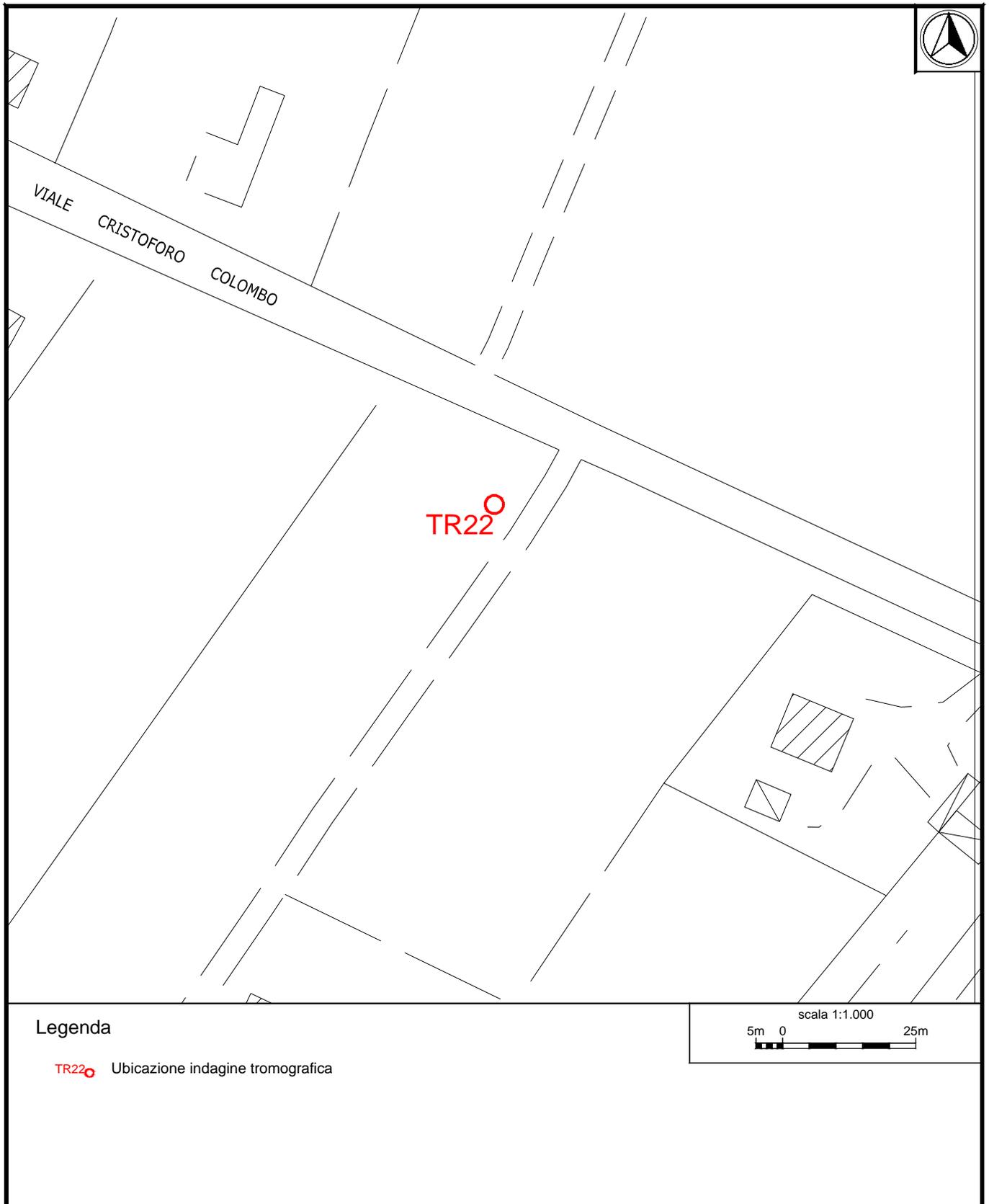
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.16 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03778  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.04722 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.7165 < 1.78$	OK	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 22. Inquadramento.**

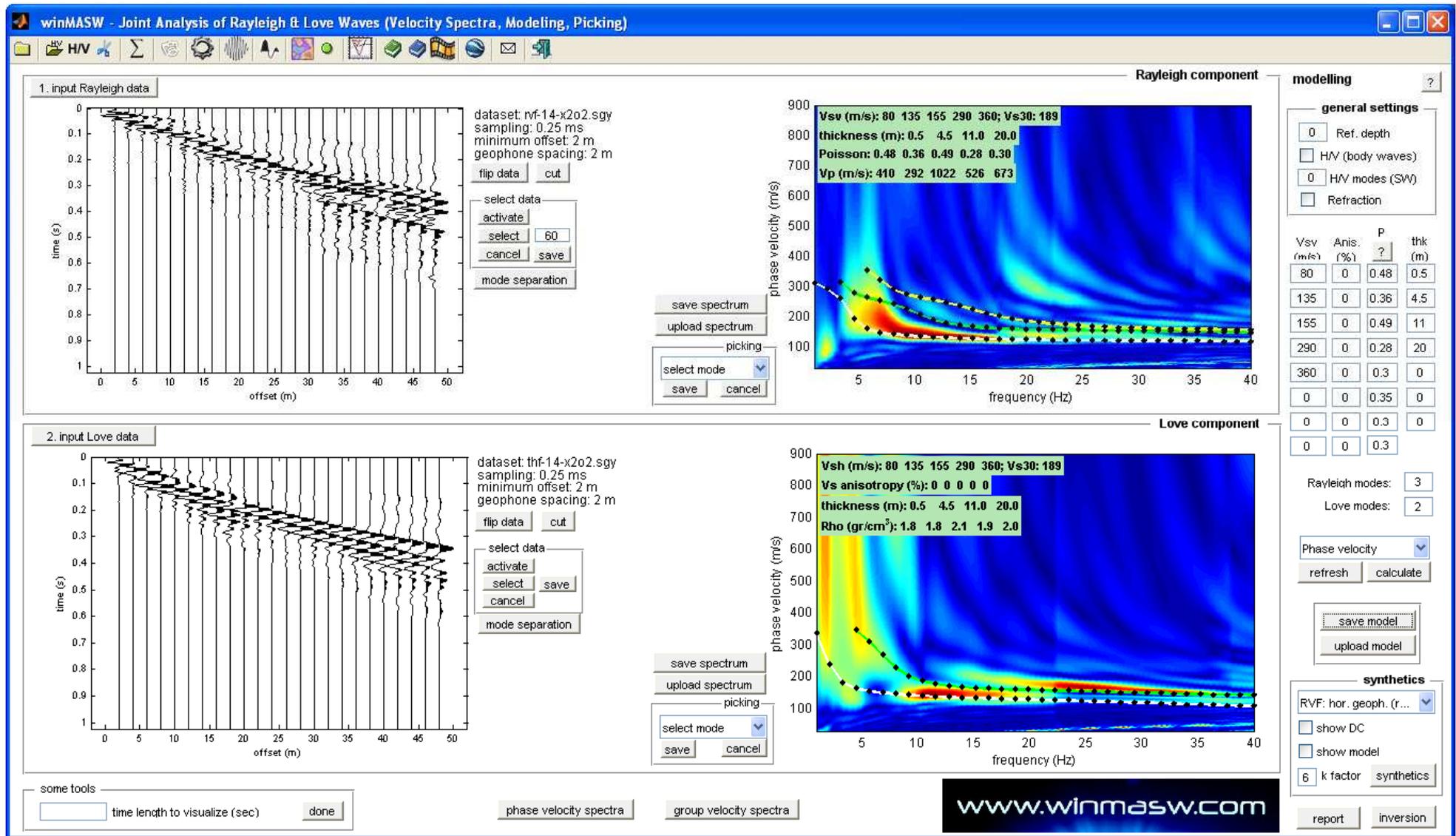


**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 22. Dettaglio.**

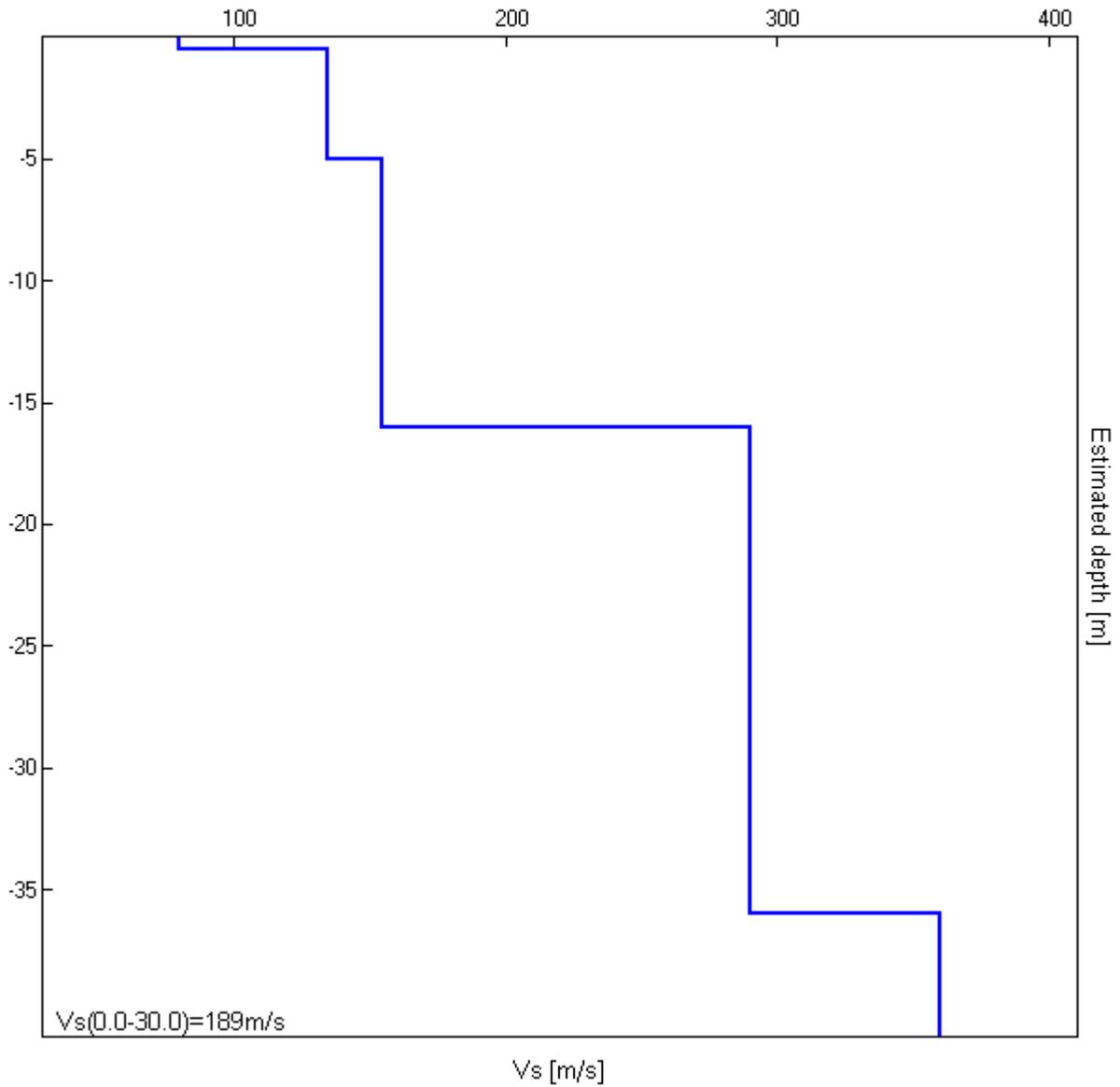


**Indagine Tromografica – Sito 22 - Documentazione fotografica.**

J13\_061\_06\_27\_FUCECCHIO\_MASW, PONTE A CAPPIANO SITO\_23



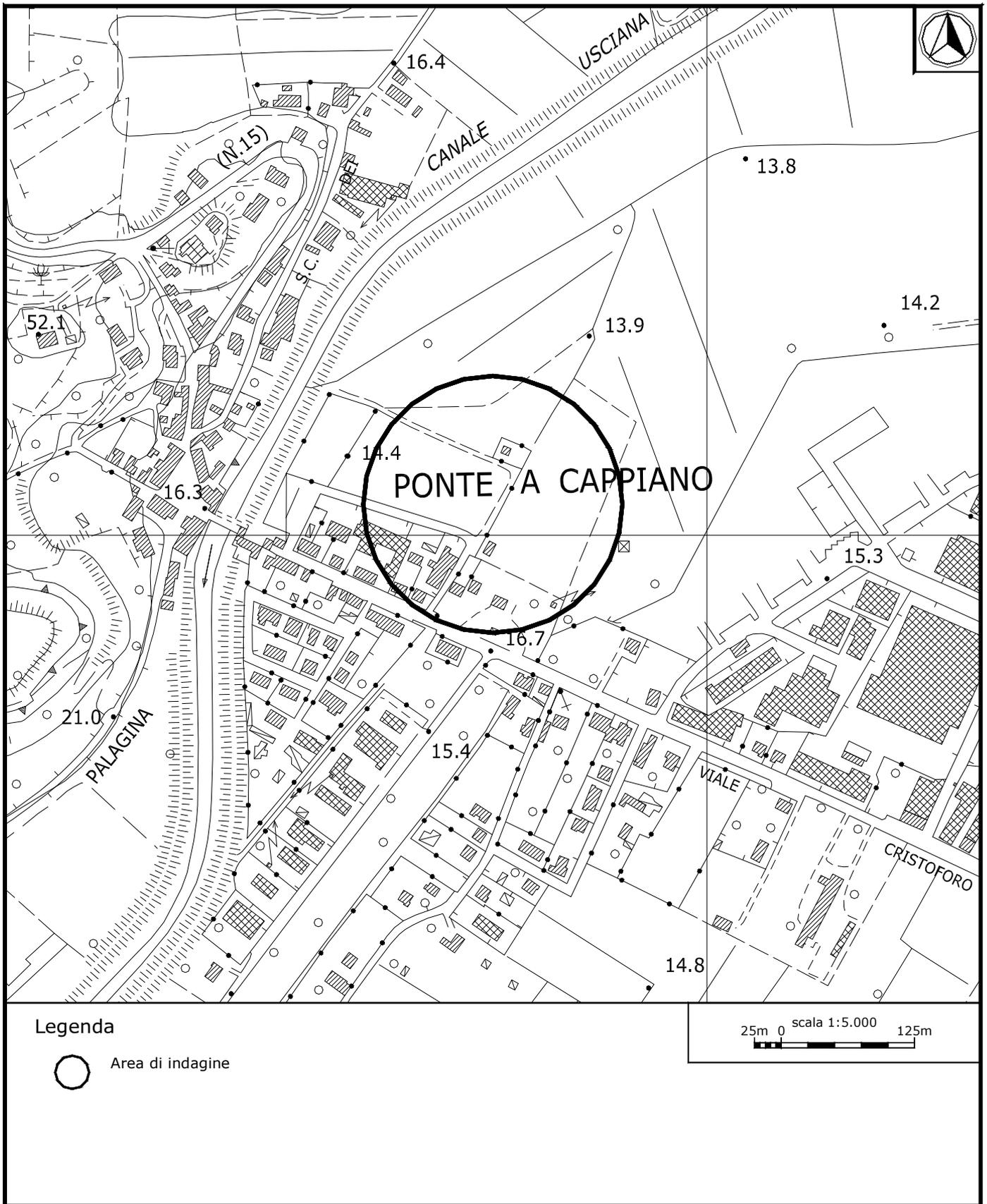
Sito 23. Indagine MASW. Sismogrammi, spettri di velocità e modelli di dispersione onde di Rayleigh (in alto) e onde di Love (in basso).



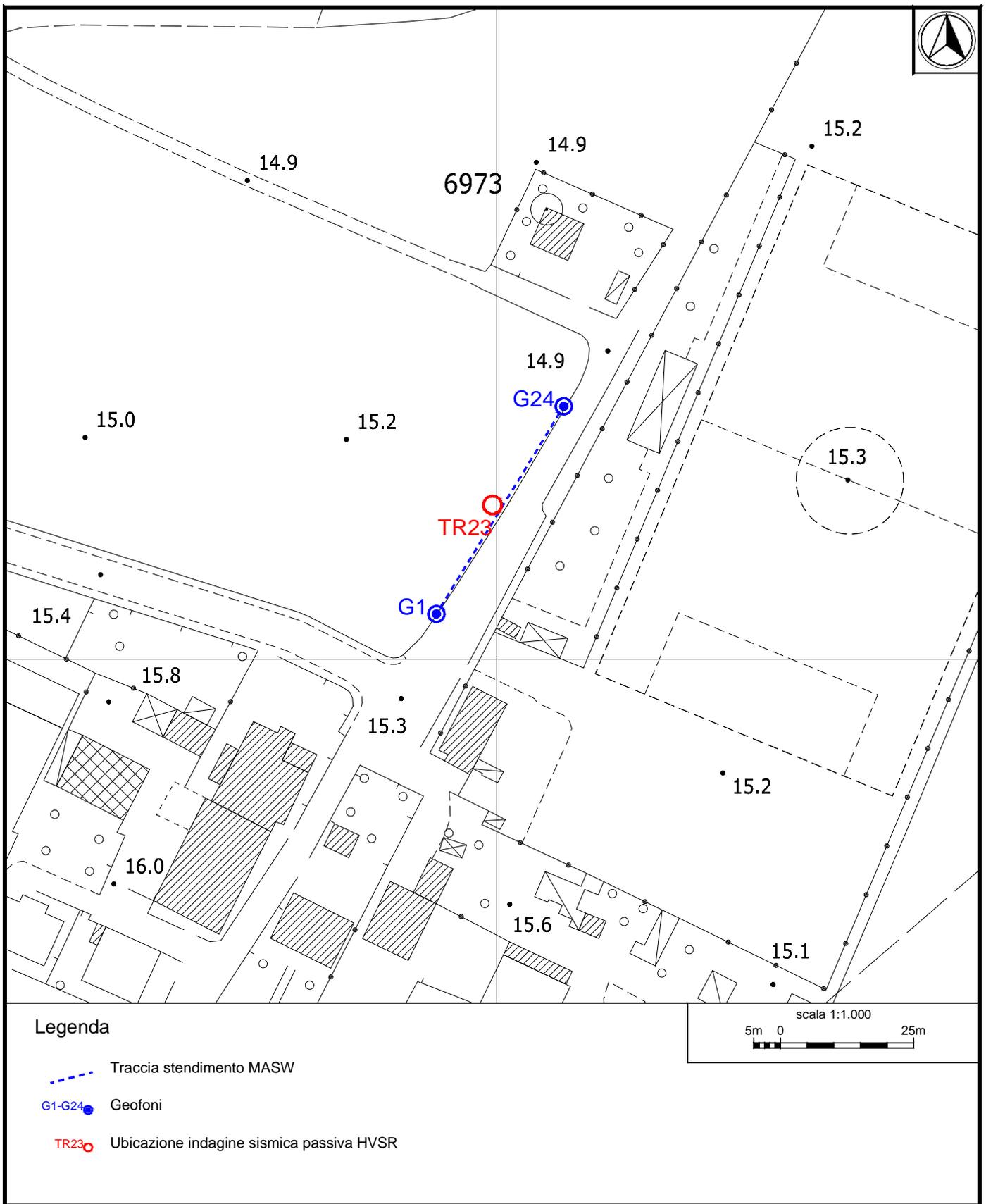
**Sito 23. Profilo verticale delle Vs**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	80
5.00	4.50	135
16.00	11.00	155
36.00	20.00	290
inf.	inf.	360

Vs(0.0-30.0)=189m/s

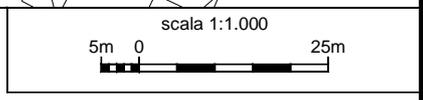


**Ubicazione indagine MASW Sito 23. Inquadramento.**



**Legenda**

-  Traccia stendimento MASW
-  G1-G24 Geofoni
-  TR23 Ubicazione indagine sismica passiva HVSR



**Ubicazione indagine MASW Sito 23. Dettaglio.**



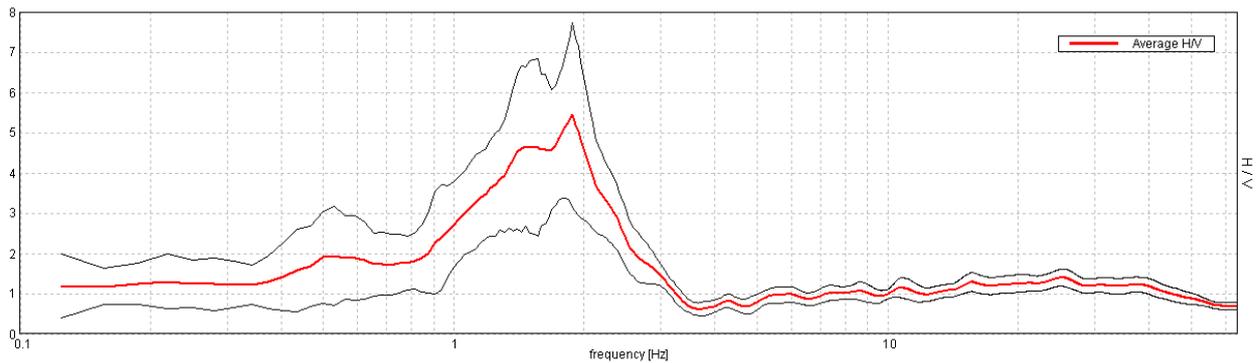
**Indagine MASW – Sito 23 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, PONTE A CAPPIANO SITO\_23**

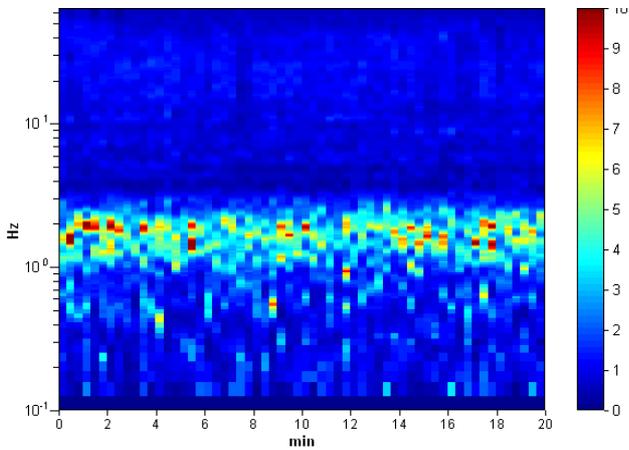
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 13:28:39 Fine registrazione: 10/01/14 13:48:40  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

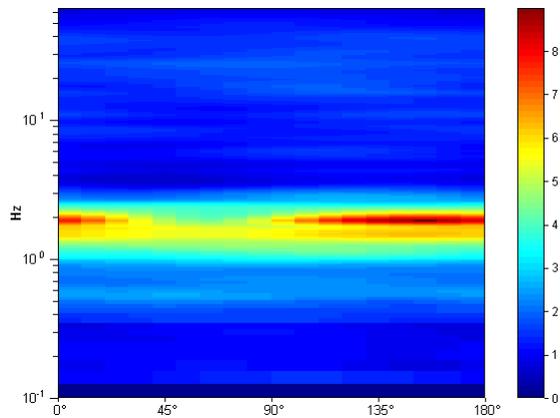
Picco H/V a 1.88 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).



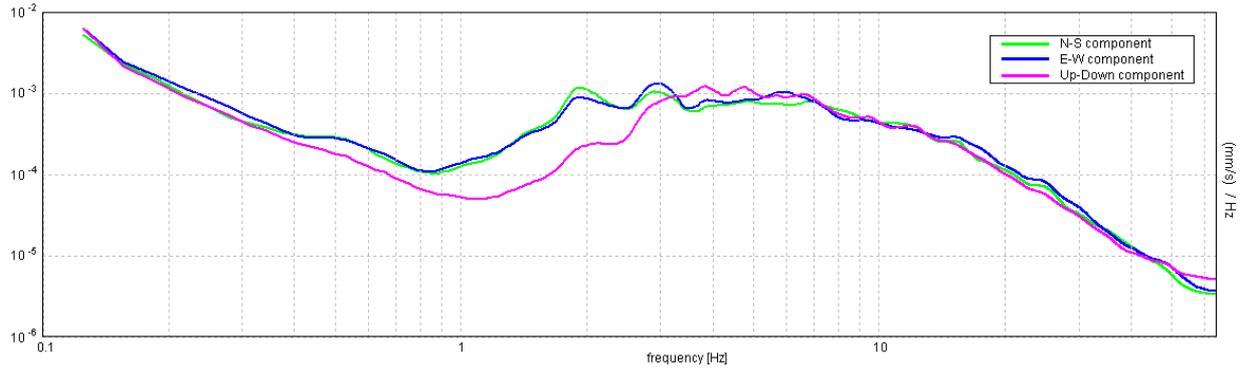
**SERIE TEMPORALE H/V**



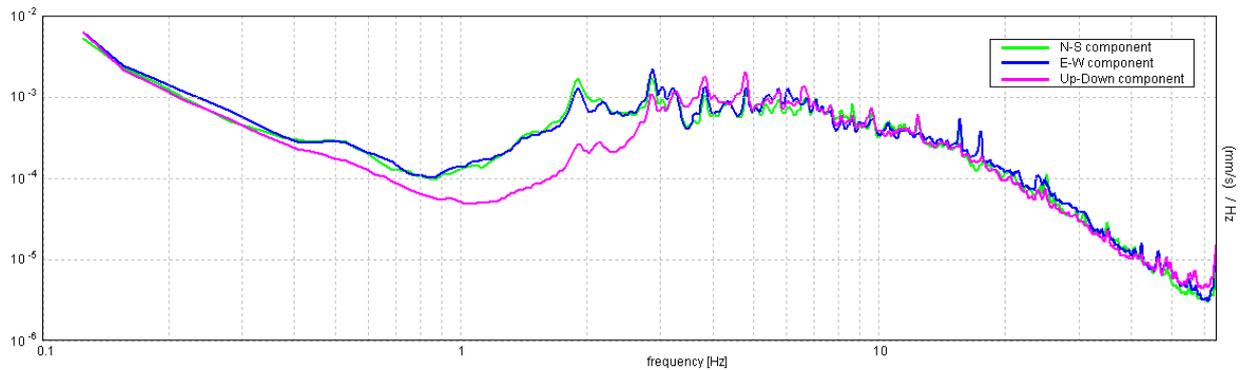
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 23. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.88 \pm 0.09$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

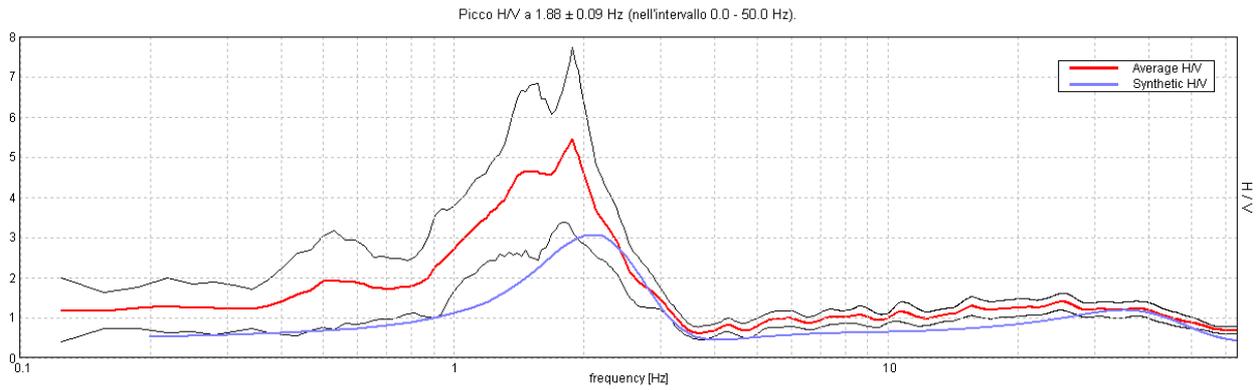
$f_0 > 10 / L_w$	$1.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 7 volte su 91		NO

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

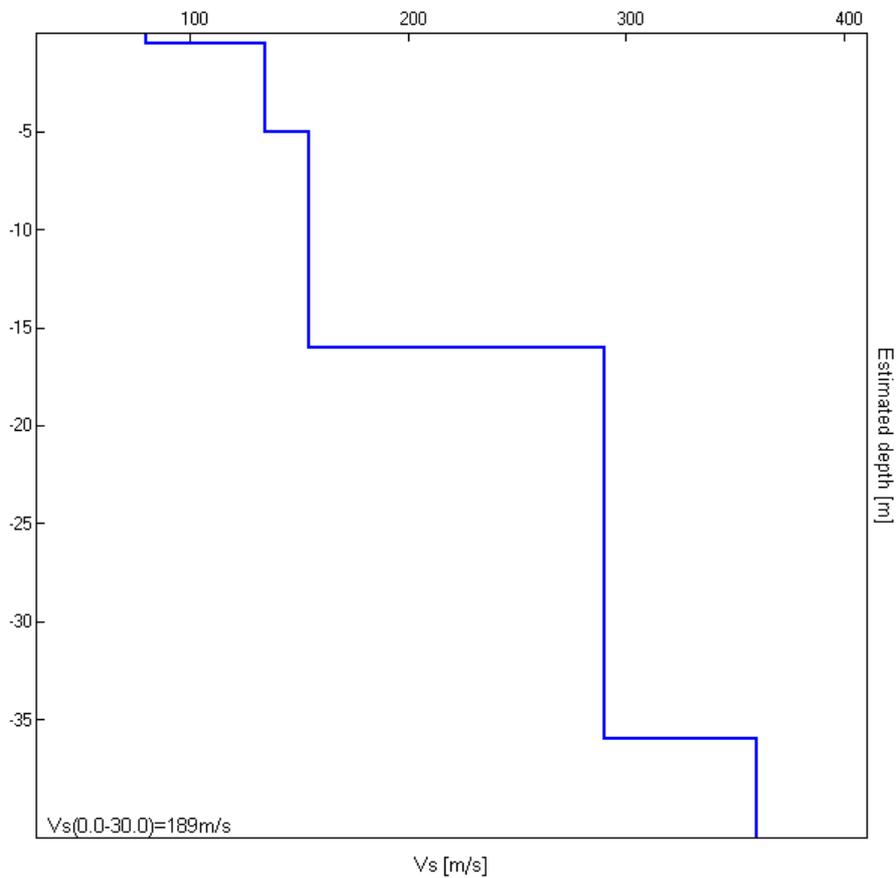
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.0 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.44 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04743  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.08894 < 0.1875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$2.2933 < 1.78$		NO

### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

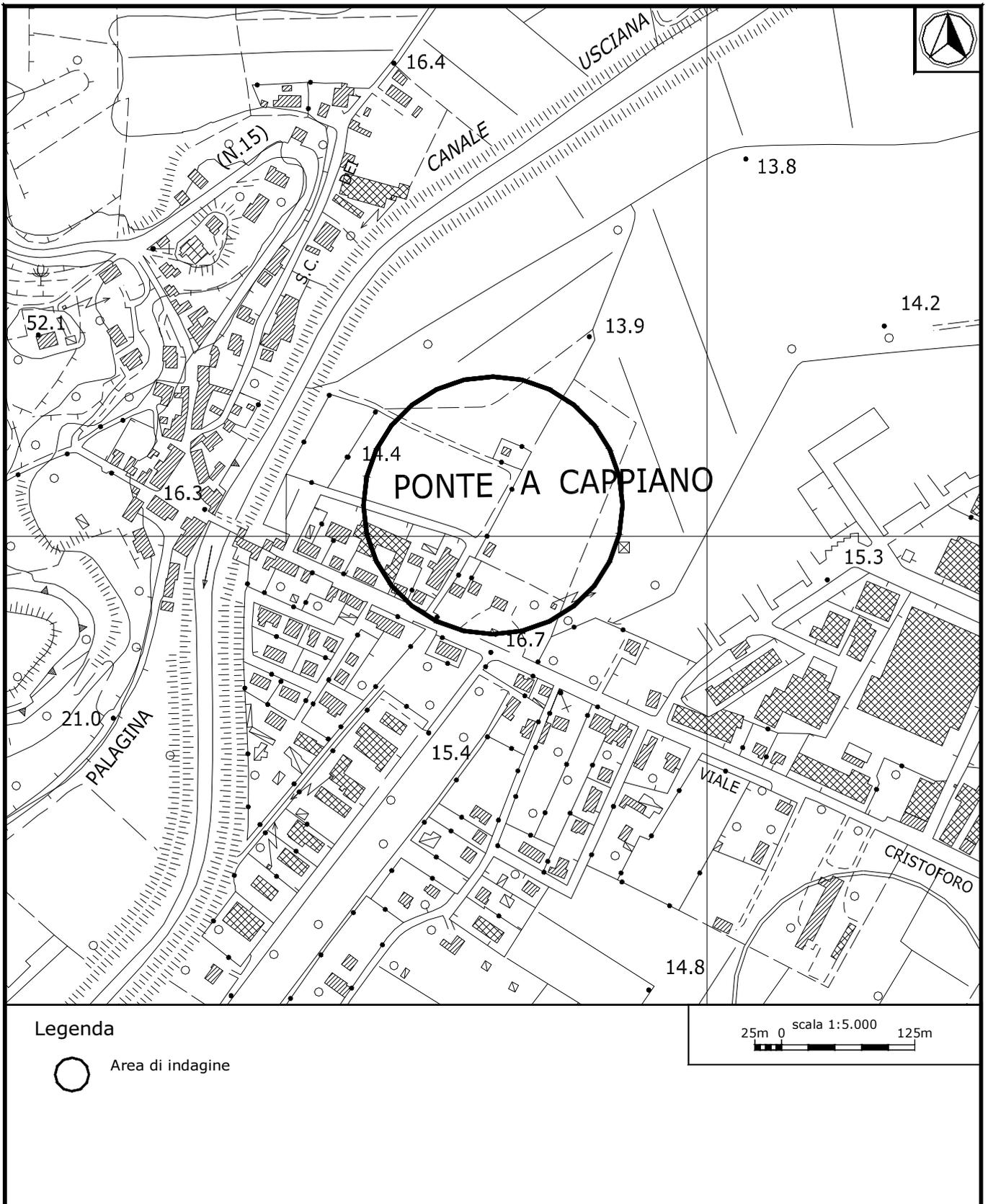


Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	80
5.00	4.50	135
16.00	11.00	155
36.00	20.00	290
inf.	inf.	360

Vs(0.0-30.0)=189m/s



#### Sito 23. Profilo verticale delle Vs

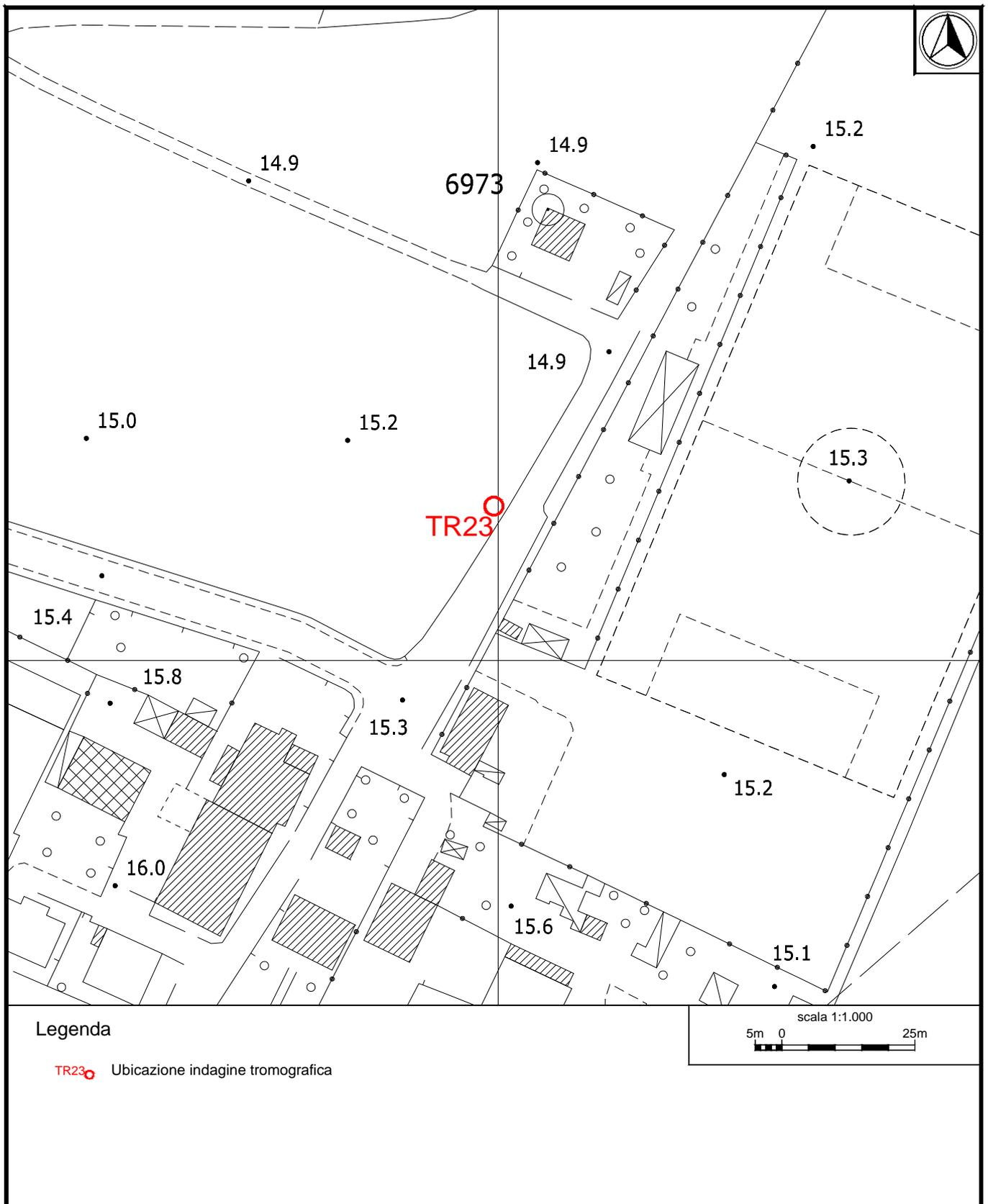


Legenda

○ Area di indagine

25m 0 scala 1:5.000 125m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 23. Inquadramento.**



**Legenda**

TR23 Ubicazione indagine tromografica

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 23. Dettaglio.**



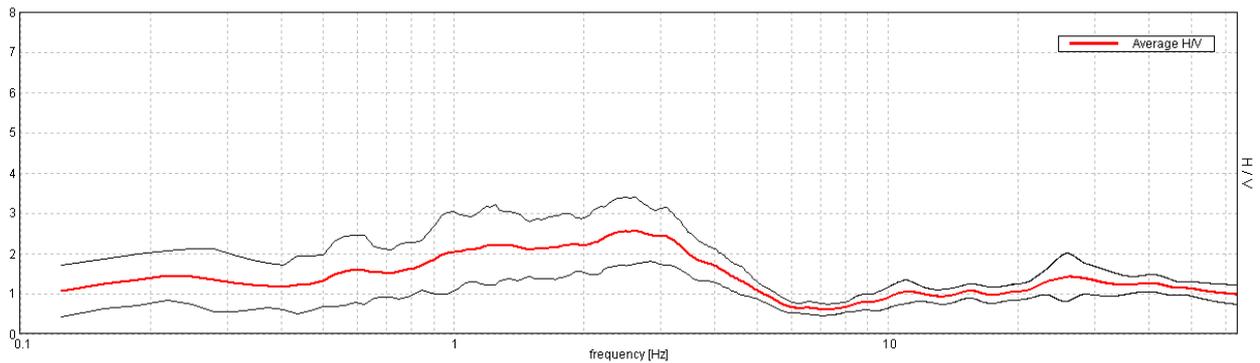
**Indagine Tromografica – Sito 23 - Documentazione fotografica.**

**J13\_061\_14\_01\_10\_FUCCCHIO\_TR, FUCCCHIO SITO\_24**

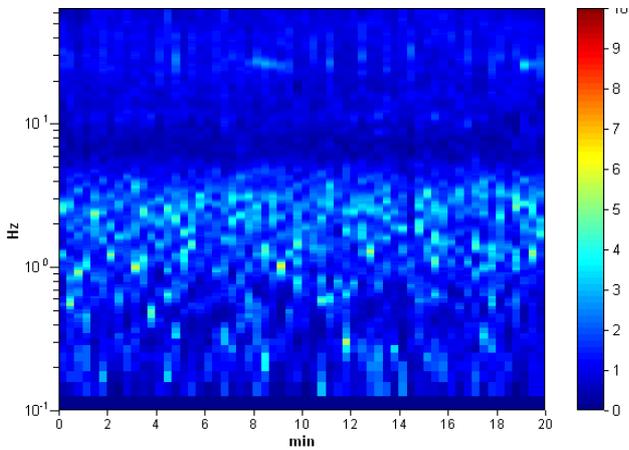
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Inizio registrazione: 10/01/14 14:43:36 Fine registrazione: 10/01/14 15:03:36  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

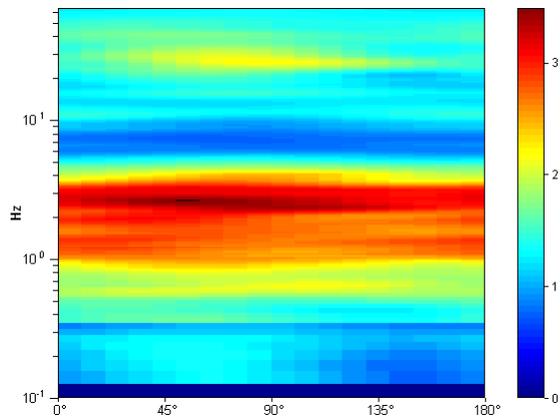
Max. H/V at 2.63 ± 0.2 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



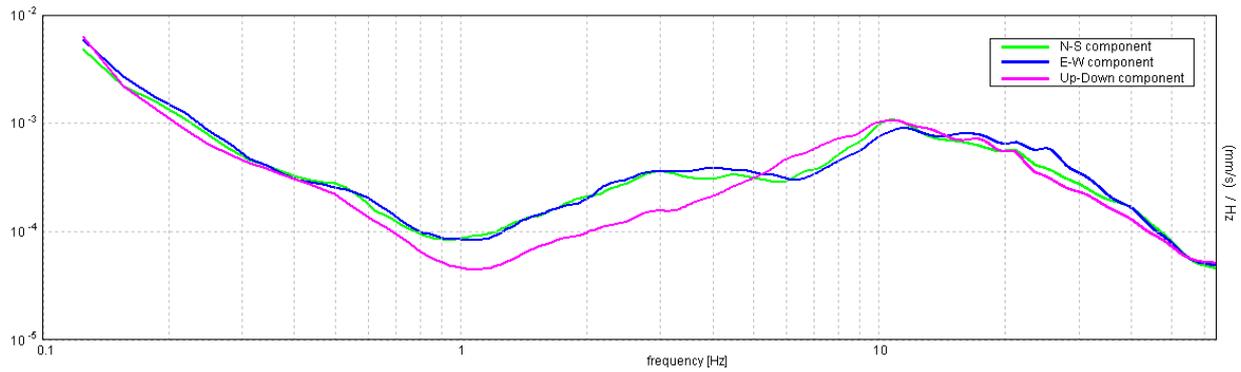
**SERIE TEMPORALE H/V**



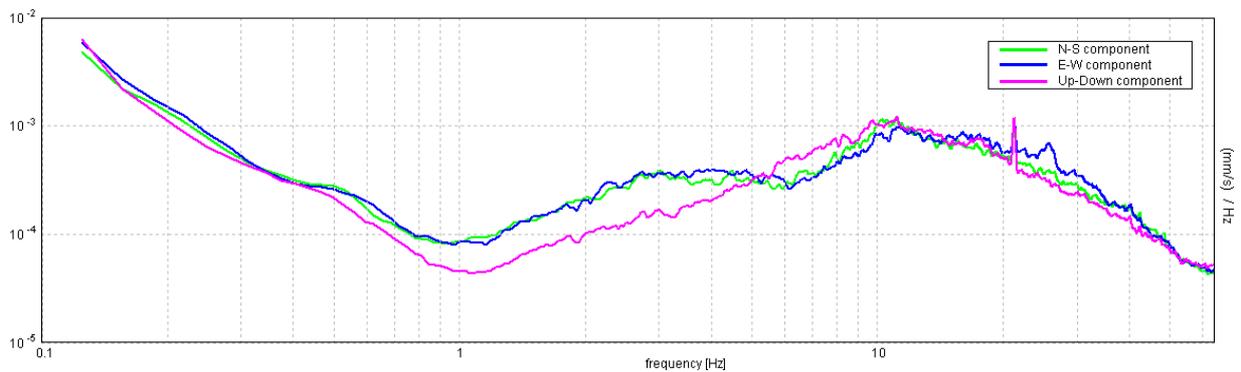
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 24. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $2.63 \pm 0.2$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

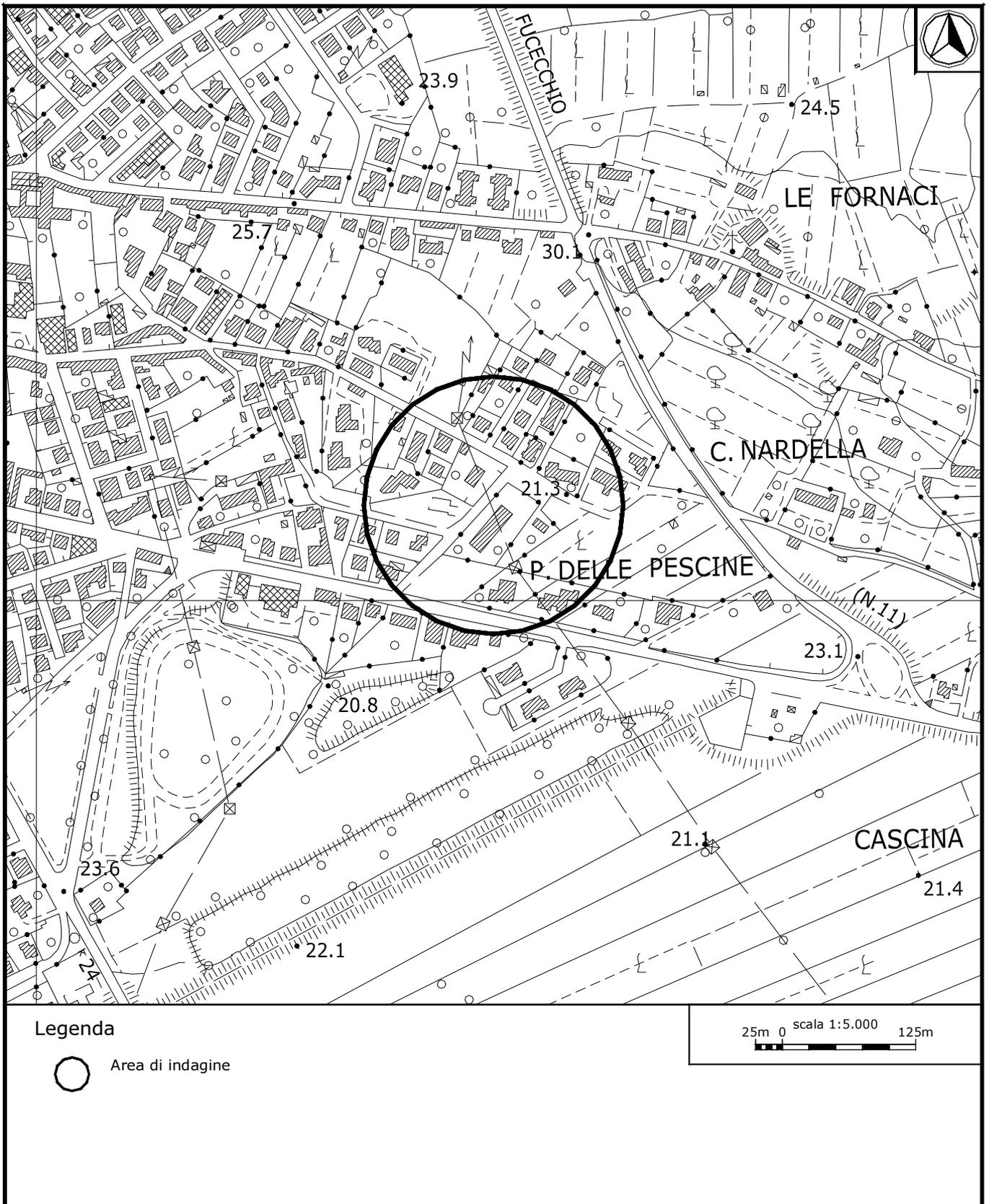
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$3150.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 127	<b>OK</b>	

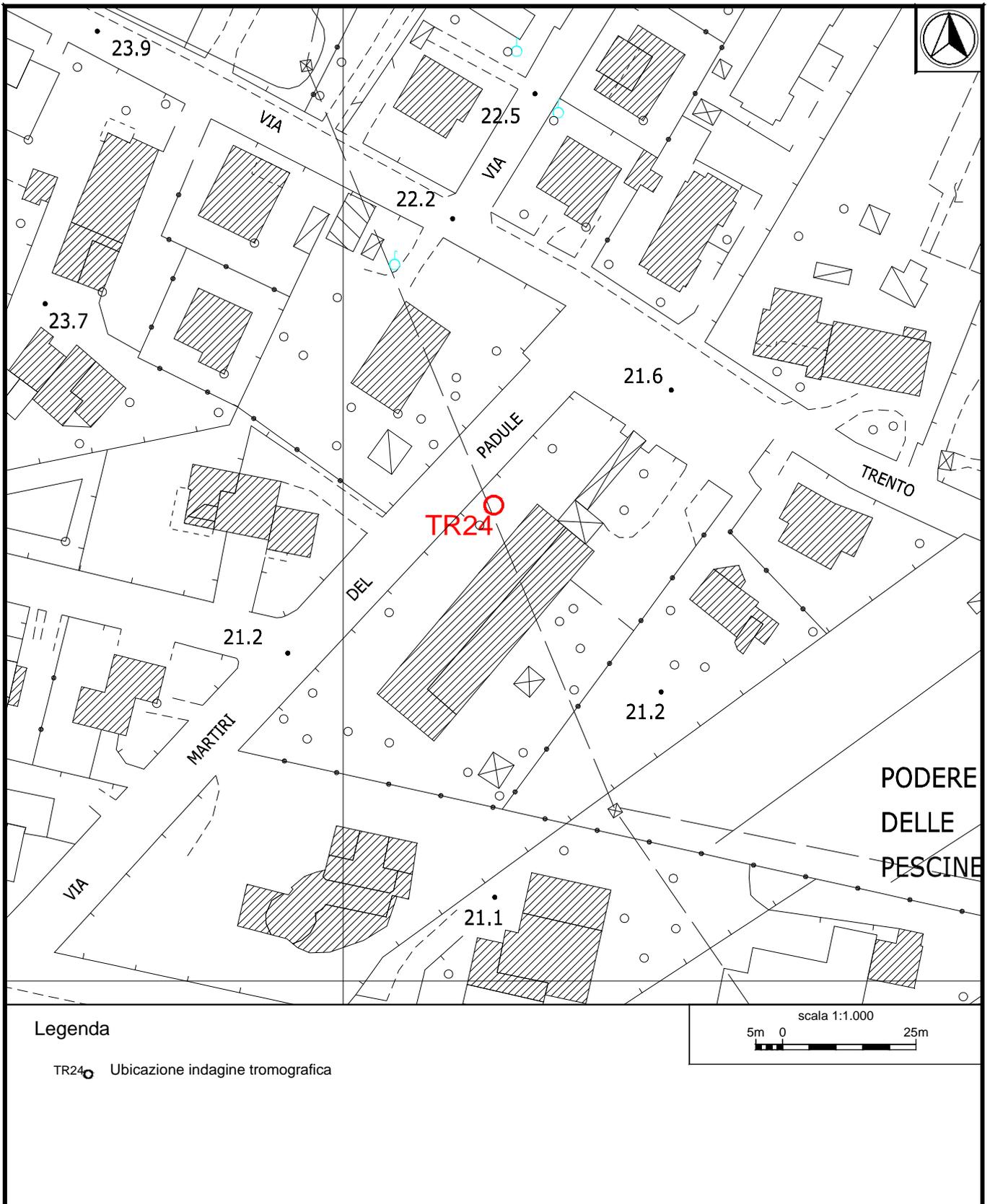
**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.688 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.56 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07532  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.19772 < 0.13125$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8316 < 1.58$	<b>OK</b>	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 24. Inquadramento.**



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 24. Dettaglio.**



**Indagine Tromografica – Sito 24 - Documentazione fotografica.**

INDAGINI SIMICHE ESEGUITE A  
SUPPORTO DELLA II VARIANTE

OGGETTO:		<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>
TIPOLOGIA:	<b>HVSR</b>	DATA INDAGINE:
		<b>Marzo 2019</b>
LOCALITA':		<b>COMUNE DI FUCECCHIO (FI)</b>
RICHIEDENTE:		<b>GEOPROGETTI STUDIO ASSOCIATO</b>

codice documento:	<b>j19030.03.14_fuc.doc</b>
versione /revisione:	<b>01</b>
stato documento:	<b>definitivo</b>
autore:	<b>a.benvenuti</b>
revisione:	<b>v.carnicelli</b>
approvazione:	<b>v.carnicelli</b>
data:	<b>Marzo 2019</b>

**INDAGINI HVSR:**

Nella tabella seguente si riportano, per ogni indagine tromografica, la denominazione, le coordinate Gauss Boaga, i parametri di acquisizione e la data di esecuzione:

<b>PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR</b>					
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga		Durata acquisizione	Frequenza di campionamento	Data acquisizione
<b>Sito 25</b>	<b>1644013</b>	<b>4845104</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>14.03.2019</b>
<b>Sito 26</b>	<b>1643755</b>	<b>4844914</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>14.03.2019</b>

**Tabella riassuntiva indagini tromografiche.**

I risultati ottenuti dall'esecuzione delle singole indagini tromografiche, elaborate attraverso il software Grilla 7.6 di MoHo srl., sono stati verificati secondo le linee guida Sesame; in particolare, nella tabella sottostante si riporta la legenda relativa ai parametri verificati e ai criteri utilizzati.

**Legenda Criteri Sesame, 2005**

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni singola indagine tromografica, i valori della frequenza di picco e i valori di picco negli intervalli di frequenza inferiore a 1 Hz, compreso tra 1 Hz e 10 Hz e maggiore di 10 Hz.

Denominazione	Intervallo F < 1 Hz		Intervallo 1 Hz < F < 10 Hz		Intervallo F > 10 Hz	
	frequenza di picco	valore di picco	frequenza di picco	valore di picco	frequenza di picco	valore di picco
<b>Sito 25</b>			1.4	4.1	22.5	3.1
<b>Sito 26</b>			tra 1.2 e 1.7	4.2	41.5	2.9

**Tabella frequenze di risonanza evidenziate nelle misure effettuate.**

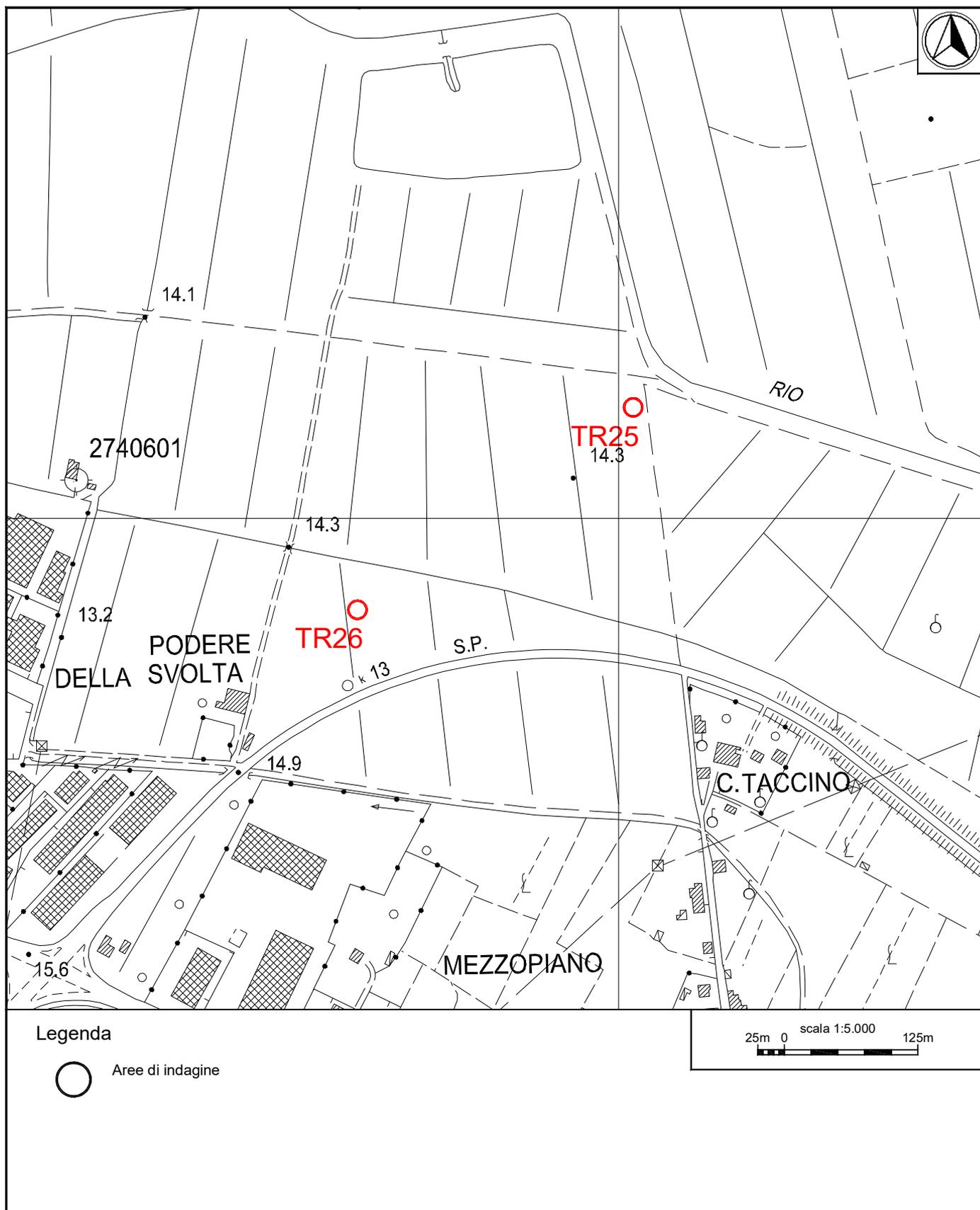
Nella tabella seguente è riportata la classificazione della qualità delle misure tromografiche eseguite così come definita da *Albarello Castellaro* "Tecniche sismiche passive: indagine a stazione singola" Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n.2 - 2011.

Denominazione misura	Durata misura (> 15-20 min)	Stazionarietà del segnale	Isotropia del segnale (<30% max)	Assenza di disturbi significativi	Plausibilità fisica	Robustezza statistica (SESAME)	Presenza di picchi significativi	Classe di qualità
<b>Sito 25</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>A1</b>
<b>Sito 26</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>si</b>	<b>A1</b>

**Classificazione della qualità delle misure di microtremore ambientale ai fini della microzonazione sismica. Verifica dei criteri di qualità.**

Pisa, Marzo 2019

P3 s.n.c.  
**P3 s.n.c.**  
 Piazza Martiri della Libertà, 22/23  
 56127 PISA  
 C.F./R.IVA 01923910507  
*Alto Benvenuti*



**Ubicazione indagini in sismica passiva - Inquadramento.**

**J19030\_03\_14\_FUCCCHIO\_TR, FUCCCHIO TR25**

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/19 09:26:07 Fine registrazione: 14/03/19 09:56:06

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00".

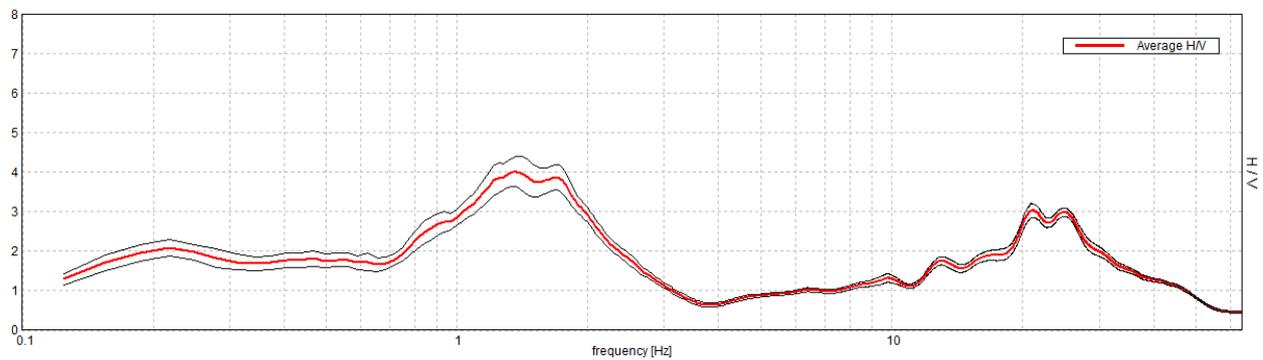
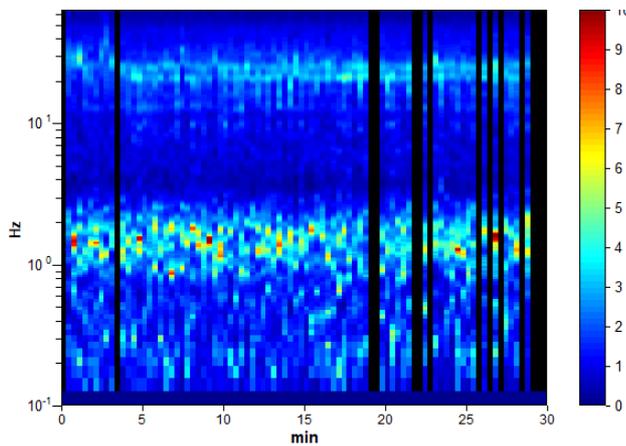
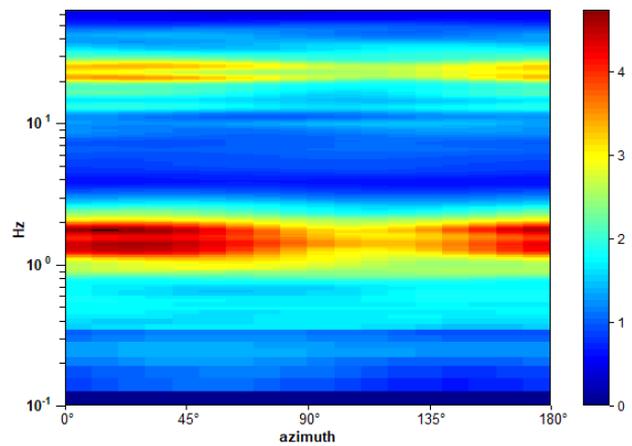
Analizzato 84% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

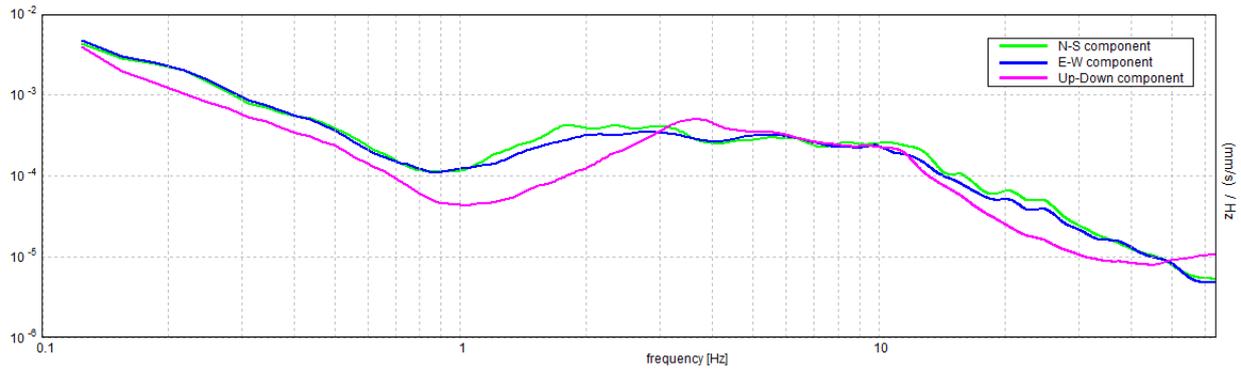
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

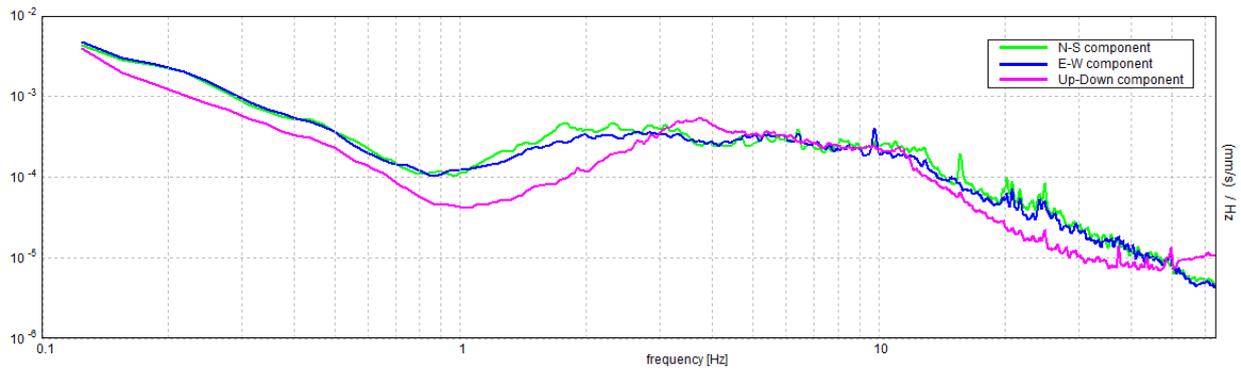
Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**Picco H/V a  $1.38 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V**

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



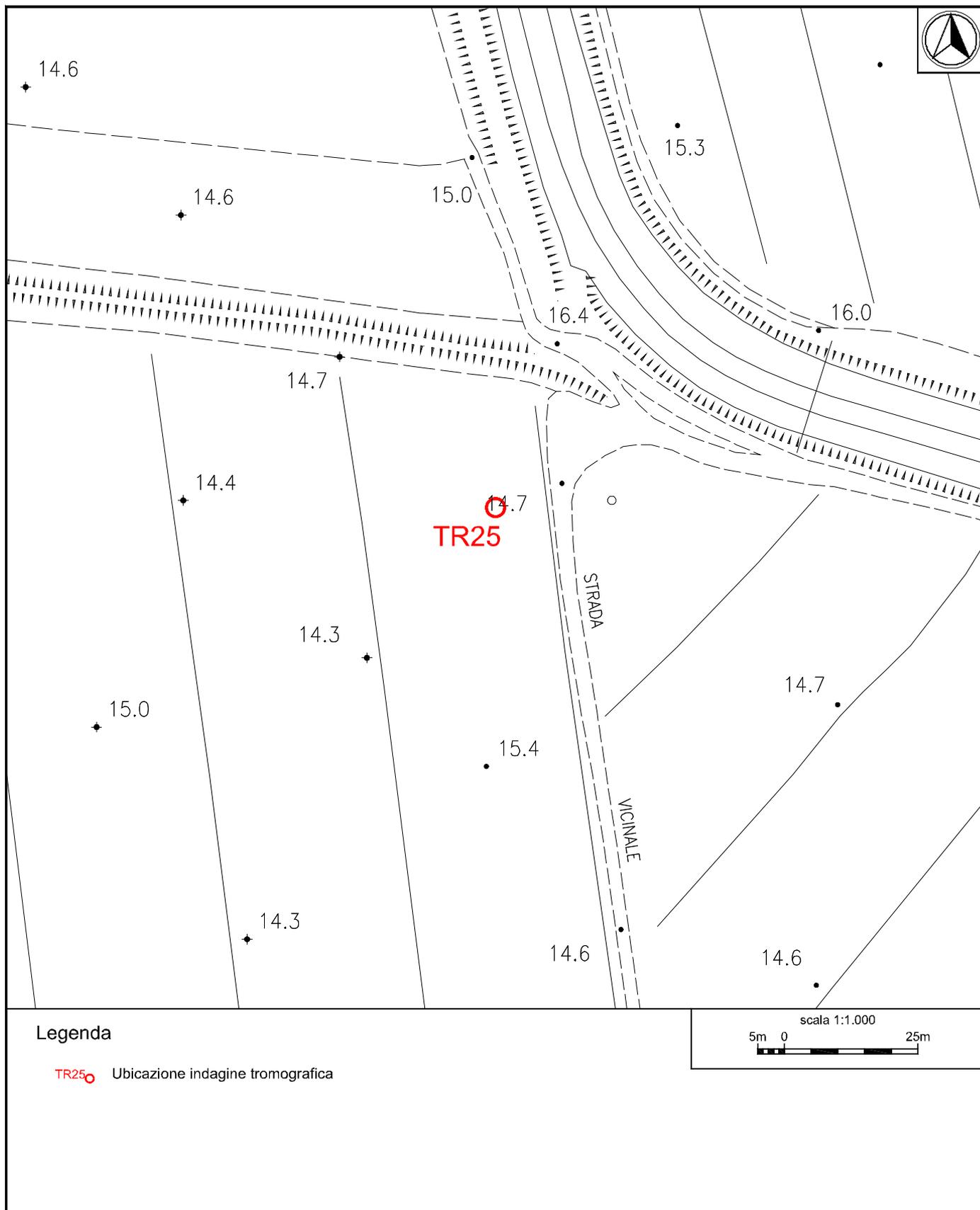
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 25. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.38 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.38 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2090.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 67	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.75 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.375 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.01 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.054  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07425 < 0.1375$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3909 < 1.78$	<b>OK</b>	



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 25. Dettaglio.



**Indagine Tromografica – Sito 25 - Documentazione fotografica.**

**J19030\_03\_14\_FUCCCHIO\_TR, FUCCCHIO SITO\_26**

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/19 10:14:03 Fine registrazione: 14/03/19 10:44:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00".

Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

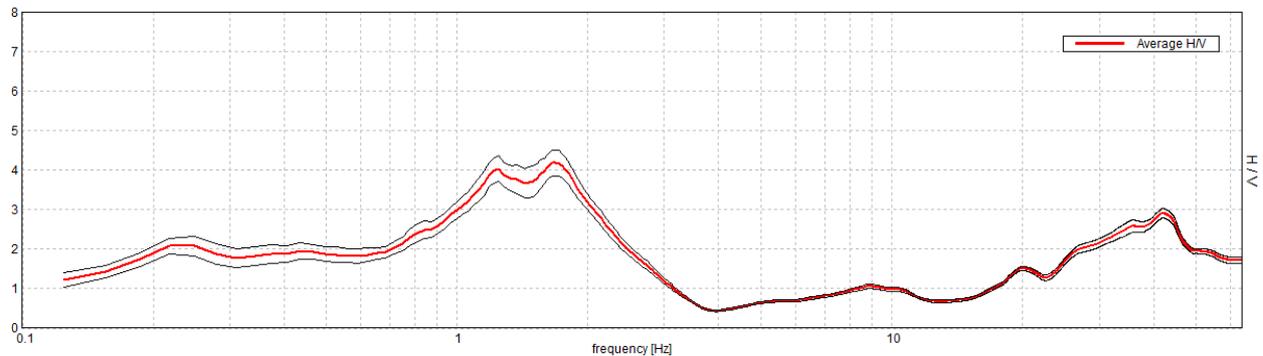
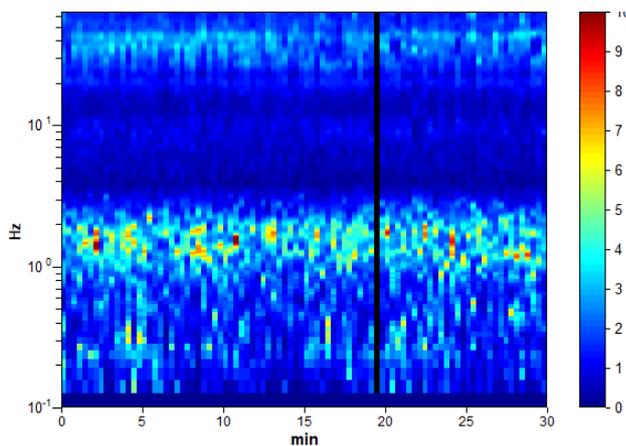
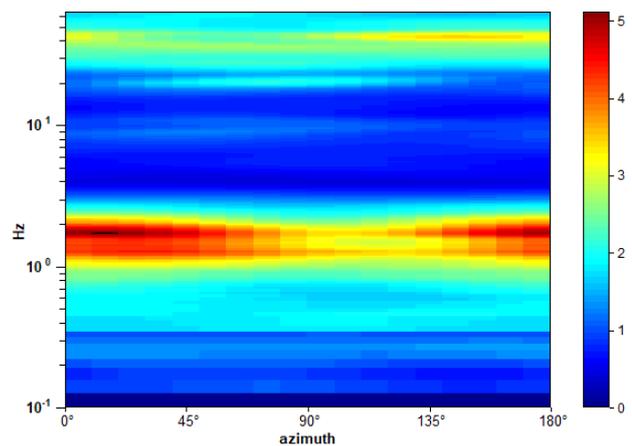
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

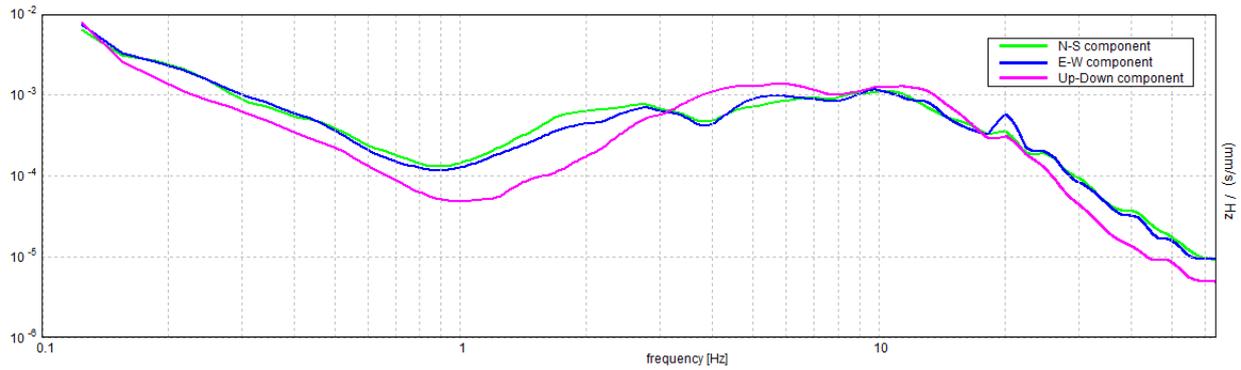
Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

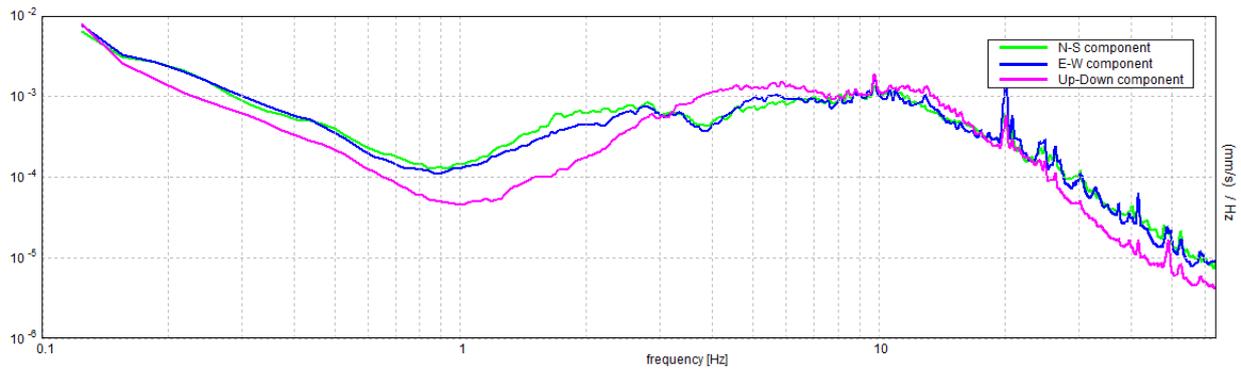
Max. H/V at 1.69 ± 0.16 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V**

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



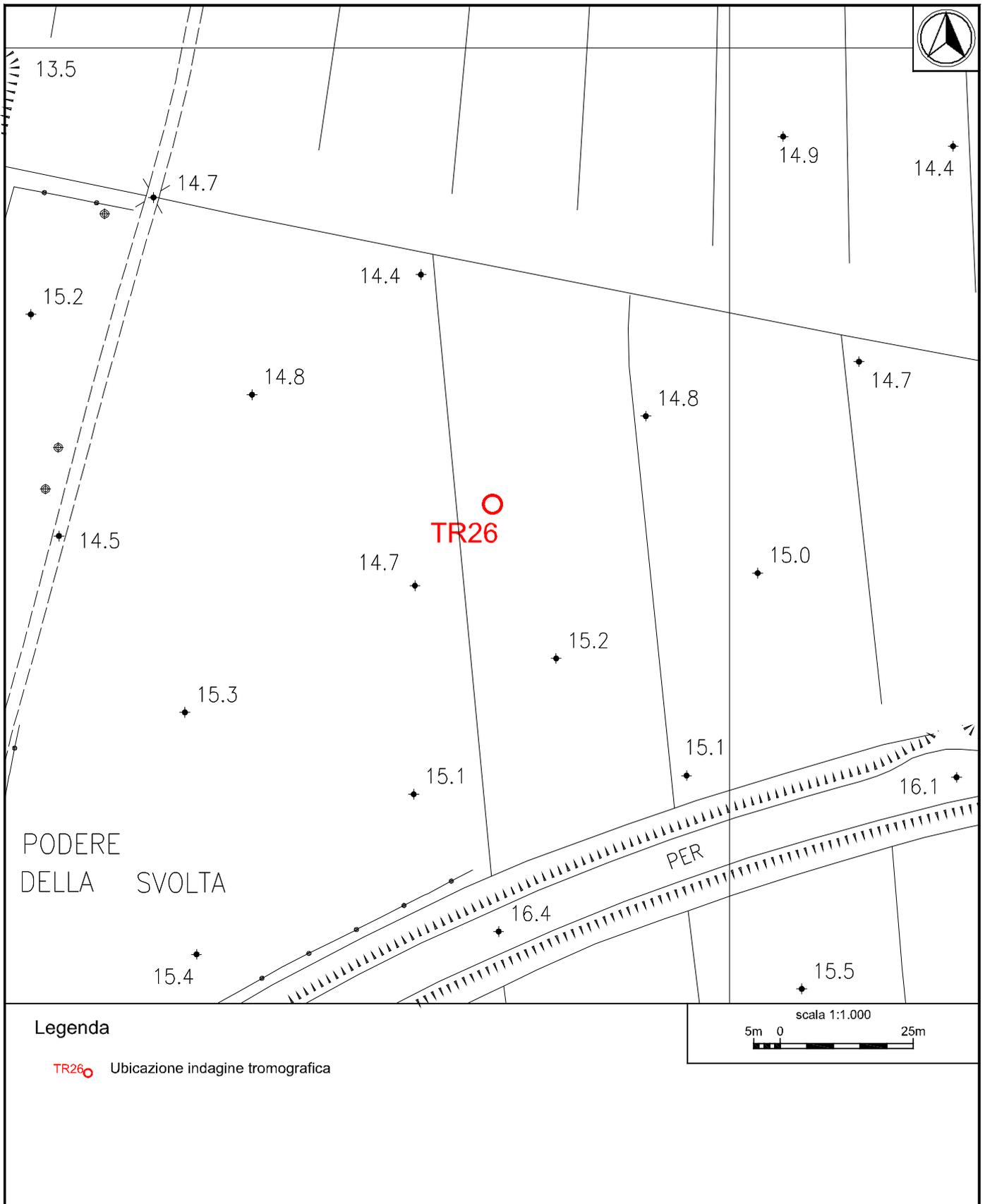
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 26. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.69 \pm 0.16$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.69 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$3003.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 82	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.719 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.438 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.18 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09385  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15838 < 0.16875$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3286 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 26. Dettaglio.**



**Indagine Tromografica – Sito 26 - Documentazione fotografica.**

**INDAGINI SIMICHE ESEGUITE A  
SUPPORTO DELLA III VARIANTE**

OGGETTO:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	
TIPOLOGIA:	<b>ACQUISIZIONI IN SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA</b>	DATA
		<b>Marzo 2021</b>
LOCALITA':	<b>COMUNE DI FUCECCHIO (FI)</b>	
RICHIEDENTE:	<b>GEOPROGETTI STUDIO ASSOCIATO</b>	

codice documento:	<b>j21023.03.18_fuc.doc</b>
versione /revisione:	<b>01</b>
stato documento:	<b>definitivo</b>
autore:	<b>a.benvenuti</b>
revisione:	<b>v.carnicelli</b>
approvazione:	<b>v.carnicelli</b>
data:	<b>Marzo 2021</b>

## 1 PREMESSA

Su richiesta di Geoprogetti Studio Associato sono state eseguite una serie di indagini geofisiche nel territorio comunale di Fucecchio (FI), finalizzate alla determinazione della frequenza fondamentale di sito.

Le indagini, svolte nel mese di Marzo 2021, coordinate e dirette dal dott. Geol. Emilio Pistilli di Geoprogetti Studio Associato, sono state condotte conformemente alla vigente normativa sismica e in particolare: ai contenuti dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.; ai contenuti del Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, emanato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R; ai contenuti della Delibera di Giunta Regionale Toscana n. 741 del 06.08.2012 con cui sono state approvate le nuove specifiche tecniche per gli studi di Microzonazione Sismica; alle specifiche del Programma Regionale VEL dettate nelle "Istruzioni Tecniche Regionali relative alla realizzazione delle indagini geologico-tecniche, geofisiche, geotecniche finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana" VEL della Regione Toscana; agli "Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica" approvati dalla Conferenza delle Regioni in data 13 novembre 2008.

## 2 TIPO D'INDAGINE

Per l'individuazione delle frequenze fondamentali di sito in 11 aree distinte del territorio comunale, sono state eseguite acquisizioni in sismica passiva a stazione singola.

Per ogni acquisizione è stata valutata la relativa classe di affidabilità attraverso il controllo sulla qualità dei dati acquisiti.

### 2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per le misure dei microtremori ambientali è costituita da un tromografo digitale (Tromino® di MoHo S.r.l.) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN.

### 2.2 INDAGINE HVSR: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma un ruolo fondamentale nella produzione dei microtremori è rivestito dalle onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio,

HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_s$ ;
- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Per quanto concerne il fenomeno della "doppia risonanza" (cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico, così come trasmesso in superficie, e quelle dei manufatti ivi edificati) è noto che, dal punto di vista empirico, la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza.

La quantificazione della frequenza caratteristica di sito attraverso misure dirette di microtremore sismico può quindi essere di estremo aiuto nella fase di progettazione.

Le misure dei microtremori ambientali, della durata di 30 minuti ciascuna, sono state acquisite orientando lo strumento secondo il Nord; i dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

## INDAGINI HVSR:

Nella tabella seguente si riportano, per ogni indagine tromografica, la denominazione, le coordinate Gauss Boaga, i parametri di acquisizione e la data di esecuzione:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR				
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga	Durata acquisizione	Frequenza di campionamento	Data acquisizione
<b>Sito 27</b>	<b>X= 1640164 Y= 4851283</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 28</b>	<b>X= 1638551 Y= 4848240</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 29</b>	<b>X= 1642497 Y= 4844922</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 30</b>	<b>X= 1643103 Y= 4844720</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 31</b>	<b>X= 1643536 Y= 4844615</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 32</b>	<b>X= 1645874 Y= 4843146</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 33</b>	<b>X= 1644071 Y= 4844090</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 34</b>	<b>X= 1645863 Y= 4843623</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 35</b>	<b>X= 1644573 Y= 4842619</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 36</b>	<b>X= 1644735 Y= 4842192</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>
<b>Sito 37</b>	<b>X= 1644559 Y= 4842093</b>	<b>30 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>19.03.2021</b>

Tabella riassuntiva indagini tromografiche.

I risultati ottenuti dall'esecuzione delle singole indagini tromografiche, elaborate attraverso il software Grilla 8.0 di MoHo srl., sono stati verificati secondo le linee guida Sesame; in particolare, nella tabella sottostante si riporta la legenda relativa ai parametri verificati e ai criteri utilizzati.

#### Legenda Criteri Sesame, 2005

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni singola indagine tromografica, i valori della frequenza di picco e i valori di picco negli intervalli di frequenza inferiore a 1 Hz, compreso tra 1 Hz e 10 Hz e maggiore di 10 Hz.

Denominazione	Intervallo F < 1 Hz		Intervallo 1 Hz < F < 10 Hz		Intervallo F > 10 Hz	
	frequenza di picco	valore di picco	frequenza di picco	valore di picco	frequenza di picco	valore di picco
<b>Sito 27</b>						
<b>Sito 28</b>			tra 2 e 3	2.42	tra 40 e 50	2
<b>Sito 29</b>			tra 2 e 3	2.34		
<b>Sito 30</b>			1.94	4.87		
<b>Sito 31</b>			1.22	5.60		
<b>Sito 32</b>			diffuse tra 1 e 4	2.50		
<b>Sito 33</b>			tra 1 e 2	3.70		
<b>Sito 34</b>						
<b>Sito 35</b>			1.25	4.19	50.1	2.6
<b>Sito 36</b>			1.25	3.78	30.1	2
<b>Sito 37</b>			1.25	3,71		

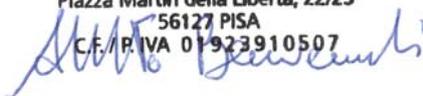
Tabella delle frequenze di risonanza evidenziate nelle misure effettuate.

Nella tabella seguente è riportata la classificazione della qualità delle misure tromografiche eseguite così come definita da *Albarello Castellaro* "Tecniche sismiche passive: indagine a stazione singola" Ingegneria Sismica Anno XXVIII – n.2 – 2011.

Denominazione misura	Durata misura (> 15-20 min)	Stazionarietà del segnale	Isotropia del segnale (< 30% max)	Assenza di disturbi significativi	Plausibilità fisica	Robustezza statistica (SESAME)	Presenza di picchi significativi	Classe di qualità
Sito 27	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 28	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 29	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 30	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 31	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 32	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 33	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 34	si	si	si	si	si	si	no	A2
Sito 35	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 36	si	si	si	si	si	si	si	A1
Sito 37	si	si	si	si	si	si	si	A1

Classificazione della qualità delle misure di microtremore ambientale ai fini della microzonazione sismica. Verifica dei criteri di qualità.

Pisa, Marzo 2021

P3 s.n.c.  
**P3 s.n.c.**  
 Piazza Martiri della Libertà, 22/23  
 56127 PISA  
 C.F./R.IVA 01923910507  


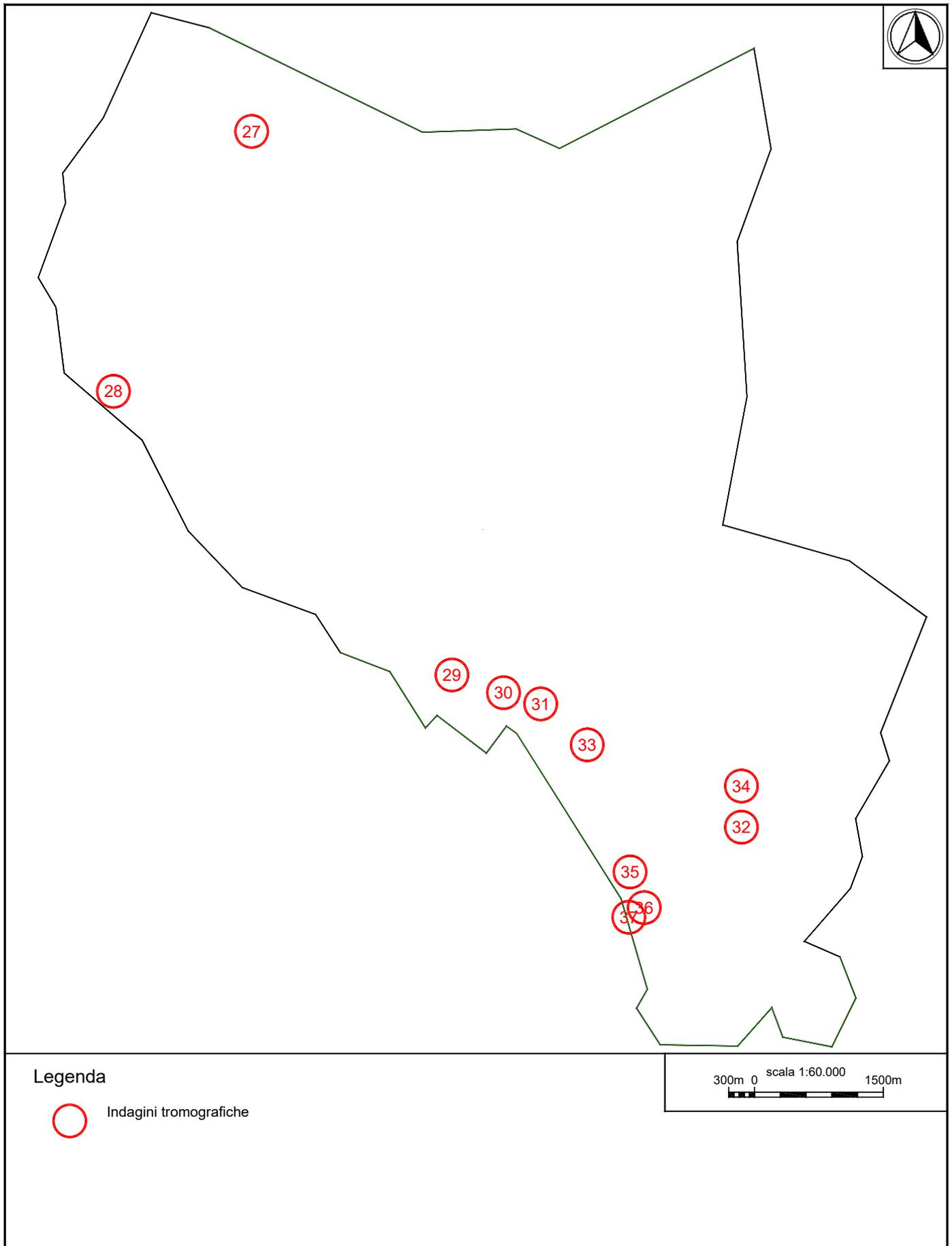
Nelle pagine seguenti, come indicato in tabella, per ogni sito indagato sono riportate la cartografia con l'ubicazione delle indagini eseguite (in scala 1:2.000), le elaborazioni specifiche e la documentazione fotografica.

L'ubicazione delle indagini è riportata nelle tavole allegate; le indagini sono state posizionate sulla base CTR - Fonte dei dati Regione Toscana:

dataset "Ortofotocarte scala 1:2.000" OFC2K: Fogli 19H43, 19H58, 18H21, 18H29, 18H30, 18H31, 18H38, 18H39 e 18H46.

<i>Indice schede acquisizioni</i>	
Denominazione	Pagina
Sito 27 – Località Querce - Via Pesciatina	8
Sito 28 –Galleno – Via Cavalieri del Tau	12
Sito 29 – Ponte a Cappiano – Via della Palagina	16
Sito 30 – Ponte a Cappiano – Viale Cristoforo Colombo	20
Sito 31 – S.P. Provinciale Pisana per Fucecchio (N.11)	24
Sito 32 – Fucecchio Capoluogo – Via Cesare Battisti	28
Sito 33 – Fucecchio - Via del Castelluccio	32
Sito 34 – Fucecchio Capoluogo – Via Sotto la Valle	36
Sito 35 – Fucecchio - Via Luigi Banti	40
Sito 36 – Fucecchio - Via Gianpiero Alvisi	44
Sito 37 – Fucecchio - Via Giovanni Lucchesi	48

All'interno di ogni scheda è riportato il grafico della curva sperimentale H/V con lisciamento al 10%, la serie temporale H/V, lo spettro indicante la direzionalità del rumore, gli spettri delle tre componenti del moto in velocità con lisciamento al 10% e all'1% e la tabella con i risultati delle verifiche eseguite secondo le linee guida Sesame.



Ubicazione indagini in sismica passiva – Inquadramento generale.

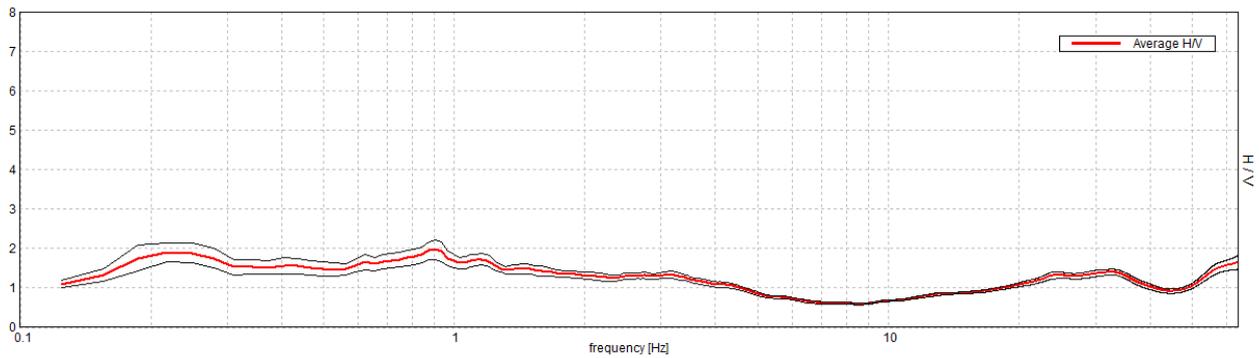
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIA PESCIATINA SITO 27 – HVSUR\_27**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 07:38:00 Fine registrazione: 18/03/21 08:07:59  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

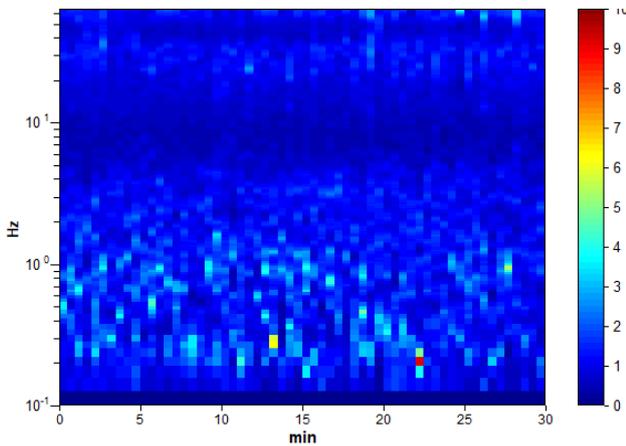
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

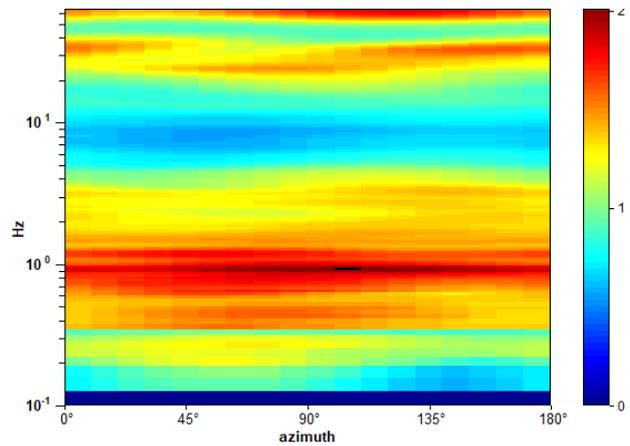
Picco H/V a  $0.91 \pm 0.38$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



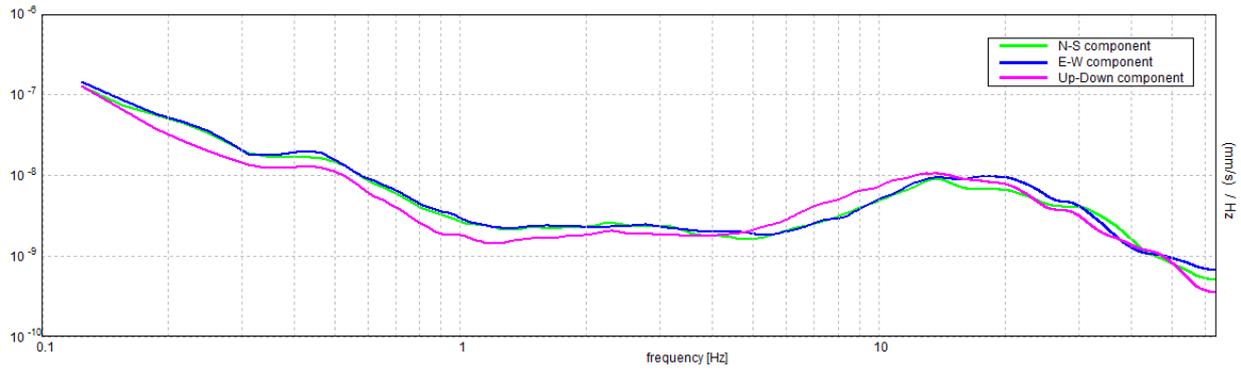
**SERIE TEMPORALE H/V**



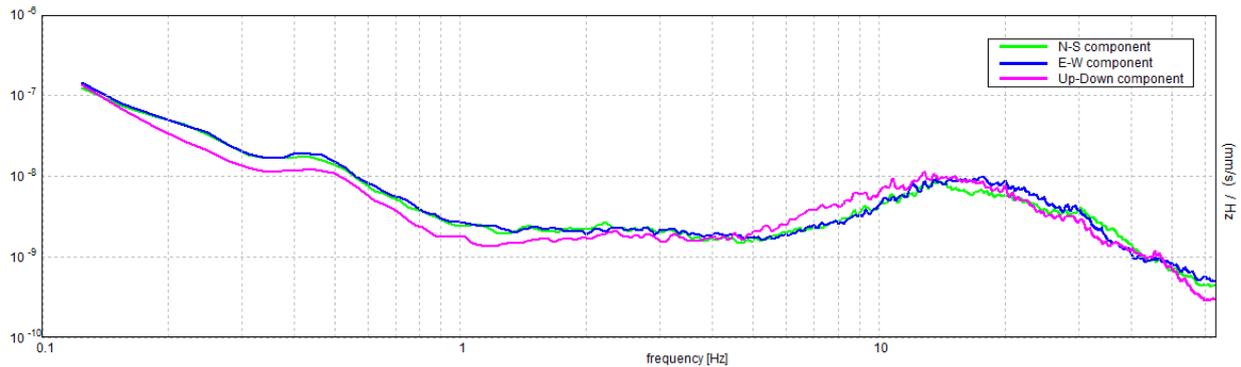
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 27. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $0.91 \pm 0.38$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.91 > 0.33$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1631.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 44	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.97 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.41668  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.37762 < 0.13594$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2525 < 2.0$	<b>OK</b>	



Legenda

**HVSR\_27** Ubicazione indagine sismica passiva HVSR

scala 1:1.000  
5m 0 25m

Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 27. Dettaglio.



Indagine Tromografica – Sito 27 - Documentazione fotografica.

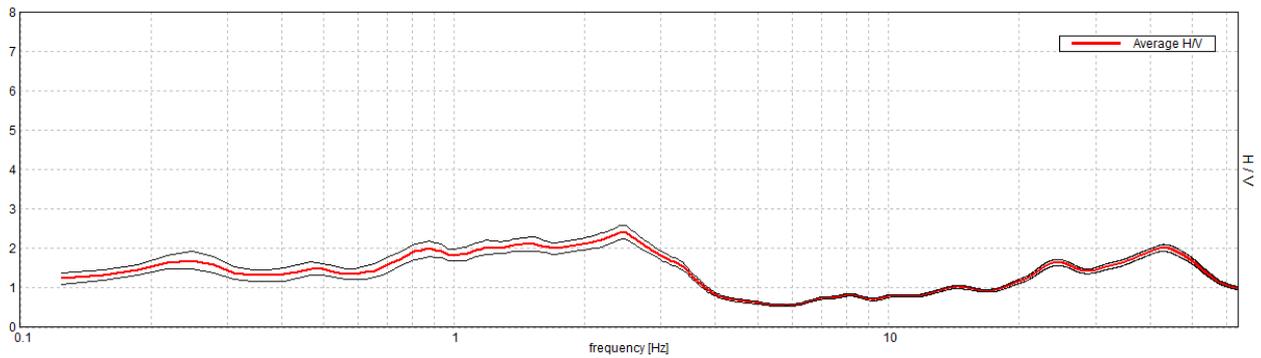
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, GALLENO SITO 28 - HVSr\_28**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 08:25:34 Fine registrazione: 18/03/21 08:55:33  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

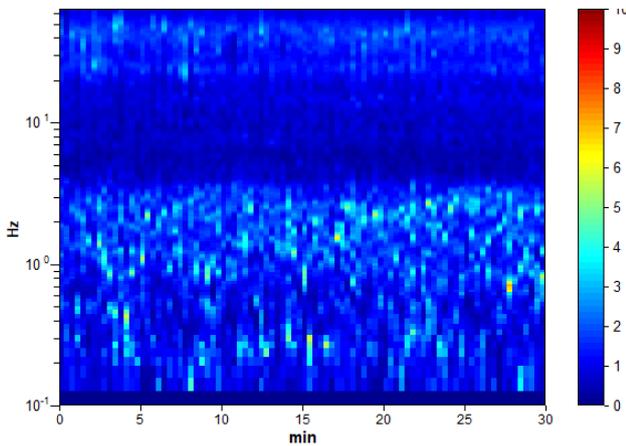
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

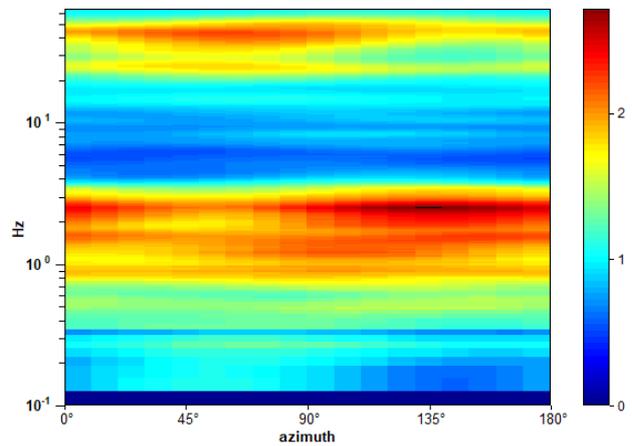
Picco H/V a  $2.47 \pm 8.46$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



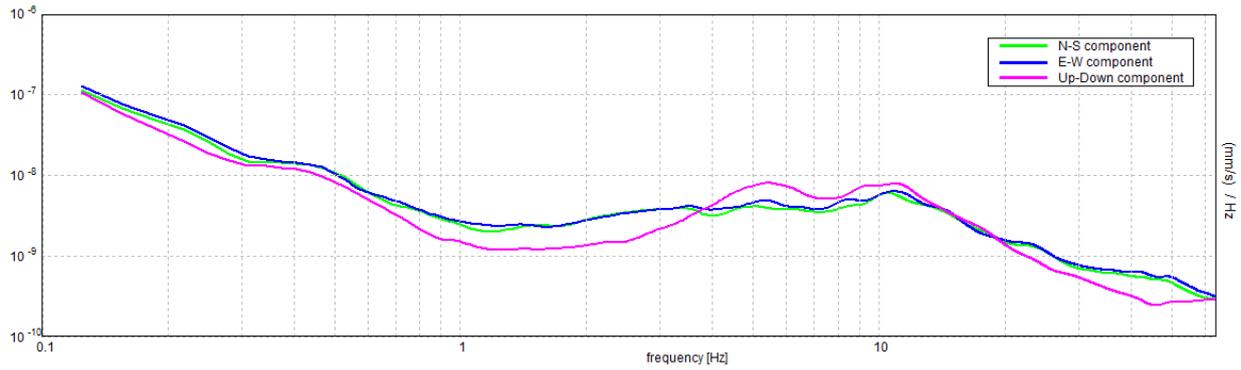
**SERIE TEMPORALE H/V**



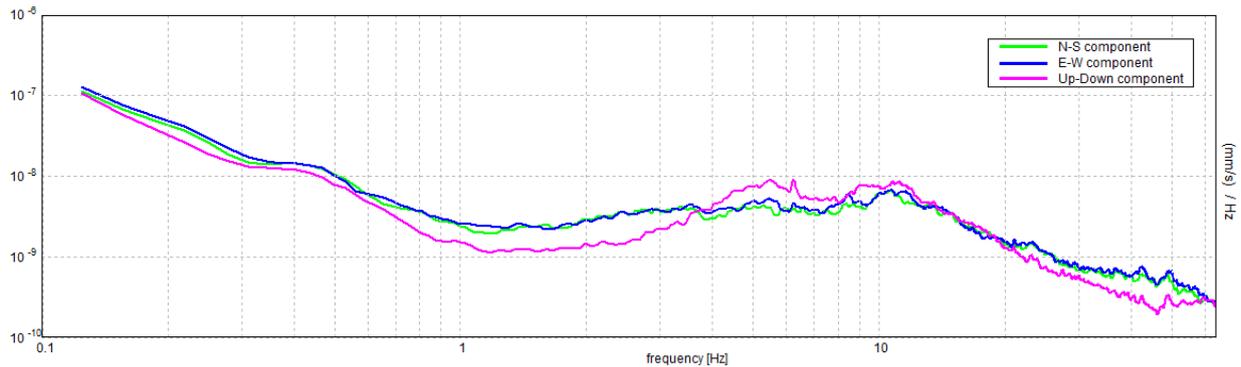
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 28. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $2.47 \pm 8.46$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.47 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4443.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 120	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	$3.625$ Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.42 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 3.42537  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$8.45637 < 0.12344$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.178 < 1.58$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSR\_28** Ubicazione indagine sismica passiva HVSR

scala 1:1.000  
5m 0 25m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 28. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 28 - Documentazione fotografica.

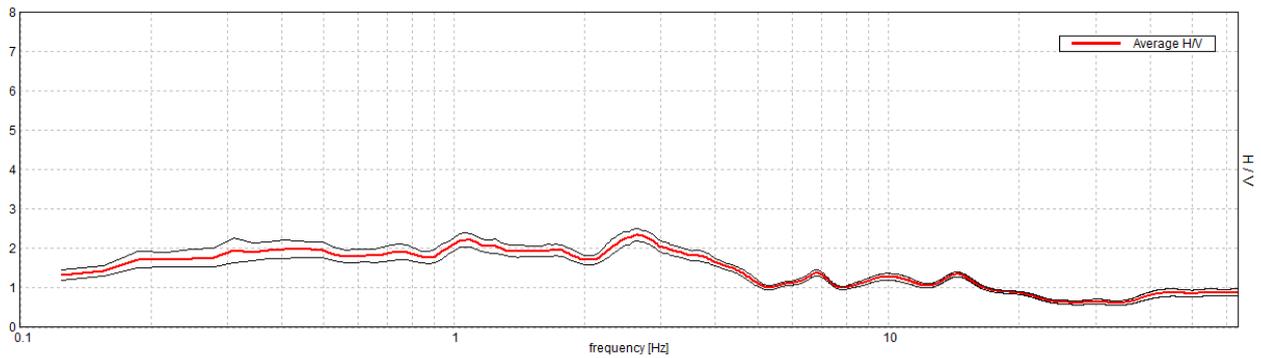
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, PONTE A CAPPIANO SITO 29 - HVSR\_29**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 09:14:46 Fine registrazione: 18/03/21 09:44:45  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

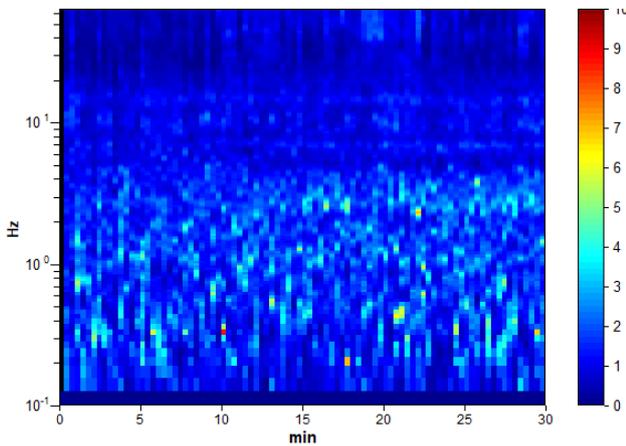
Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

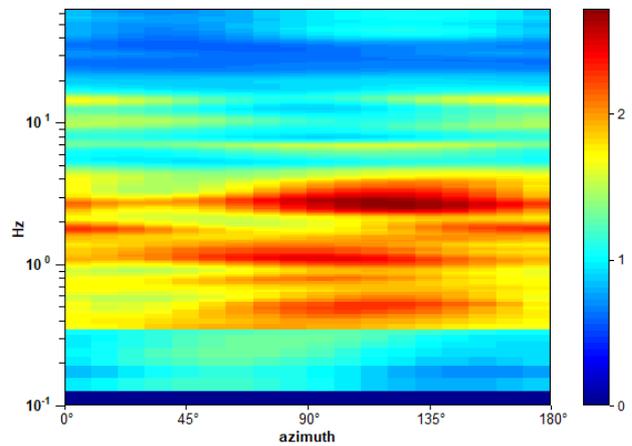
Max. H/V at 2.63 ± 1.68 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



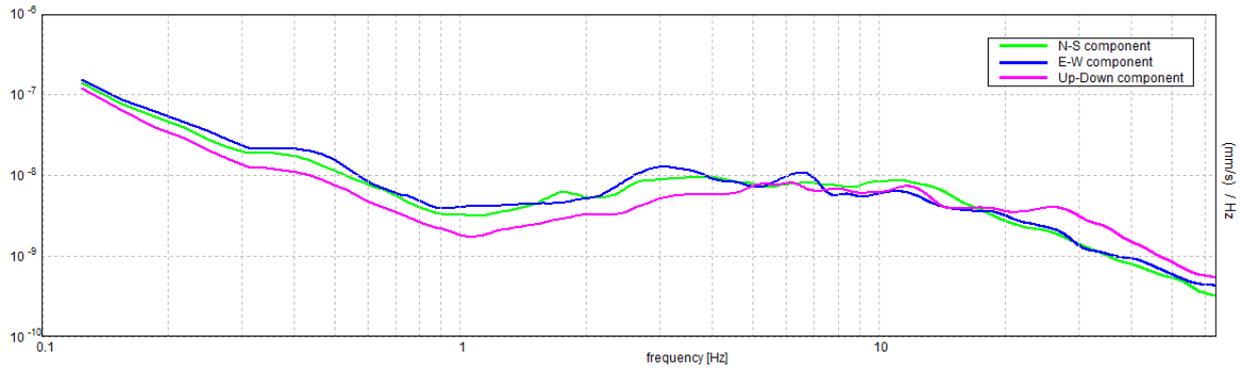
**SERIE TEMPORALE H/V**



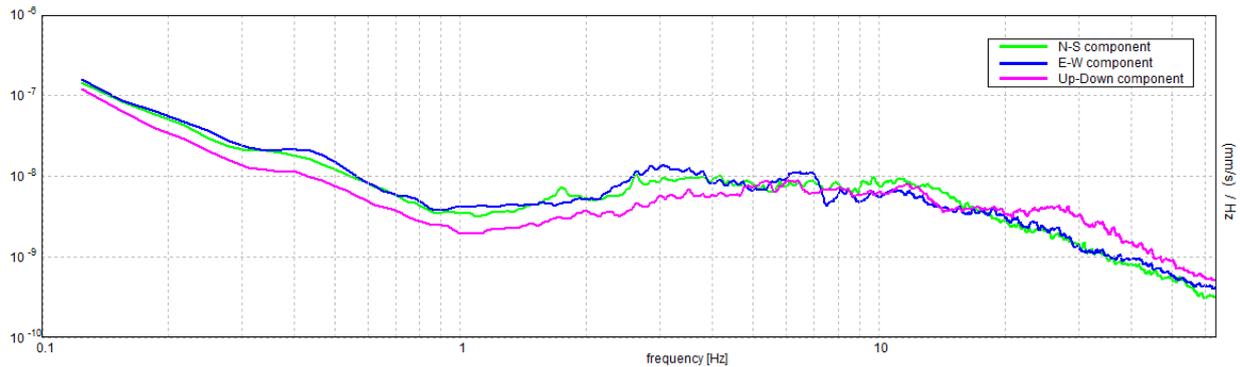
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



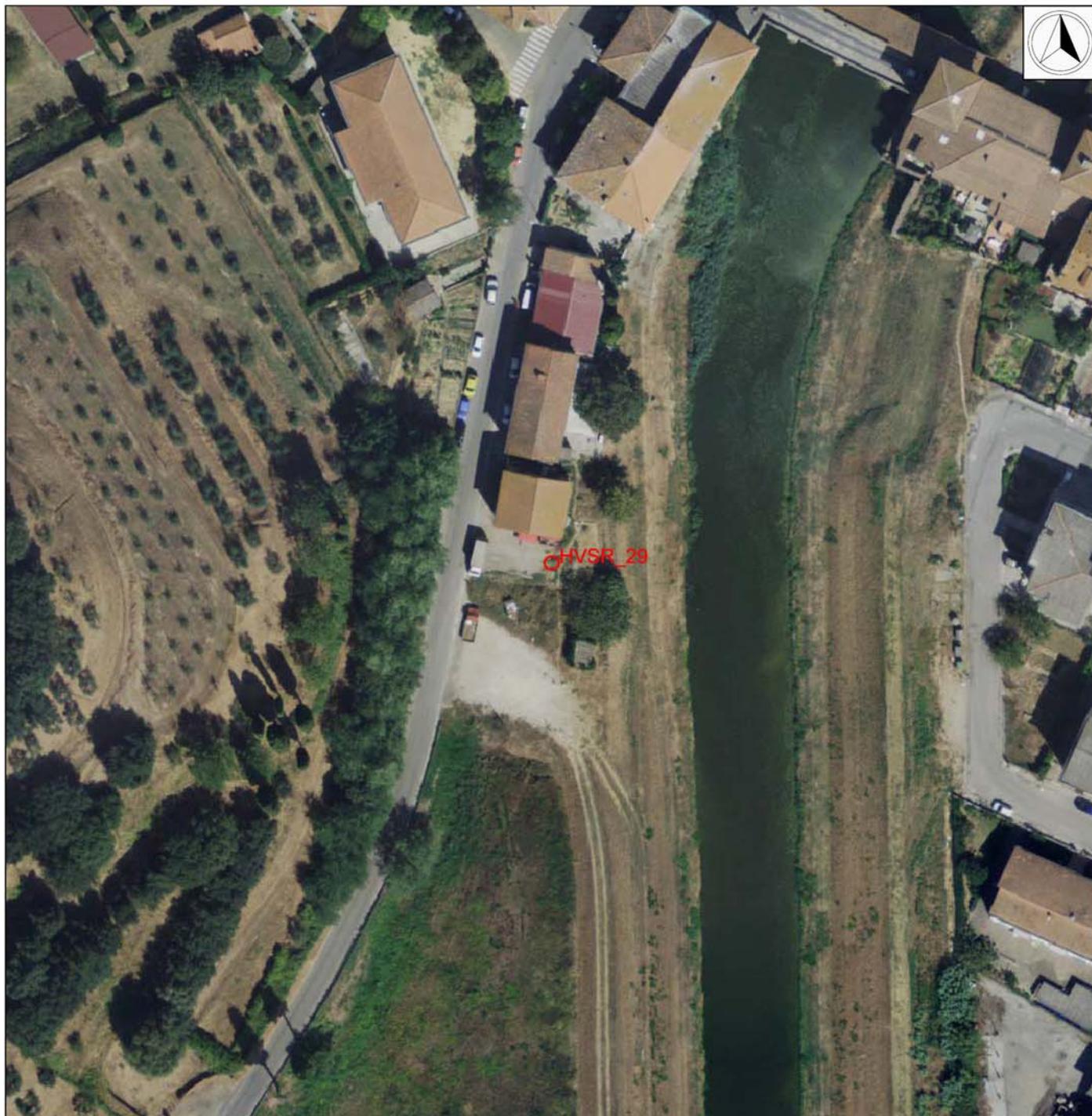
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 29. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

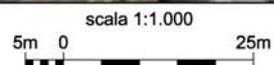
**Picco H/V a  $2.63 \pm 1.68$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4672.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 127	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	4.938 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	2.34 > 2	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.6405  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$1.68132 < 0.13125$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.1617 < 1.58$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSr\_29** Ubicazione indagine sismica passiva HVSr



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 29. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 29 - Documentazione fotografica.

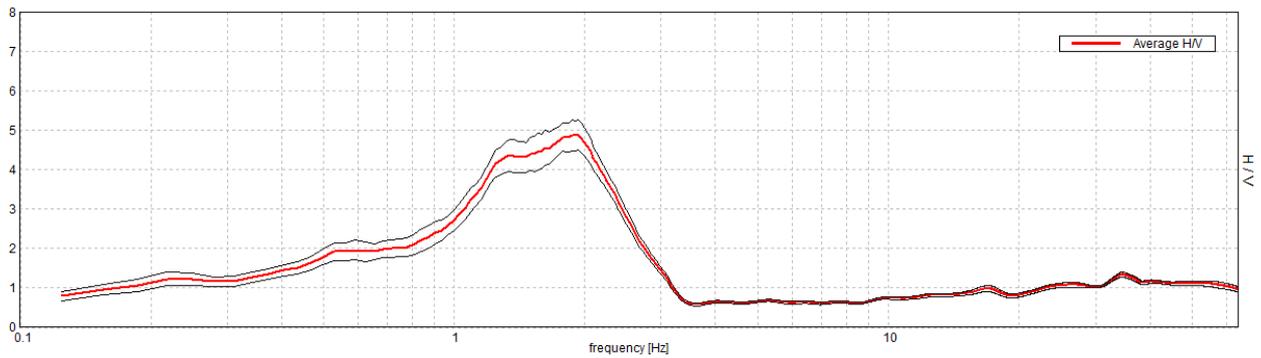
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIALE C. COLOMBO SITO 30 - HVSr\_30**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 09:59:31 Fine registrazione: 18/03/21 10:29:30  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

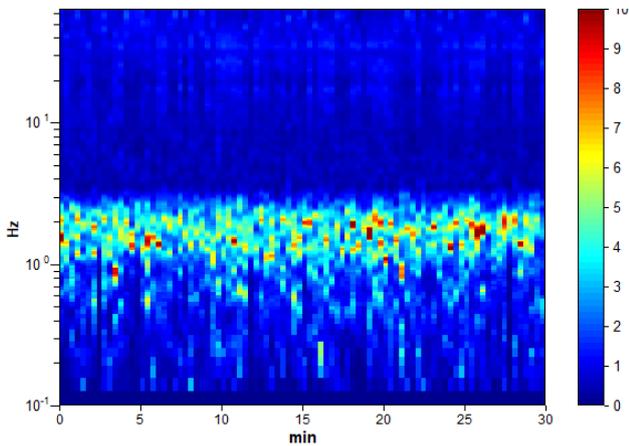
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

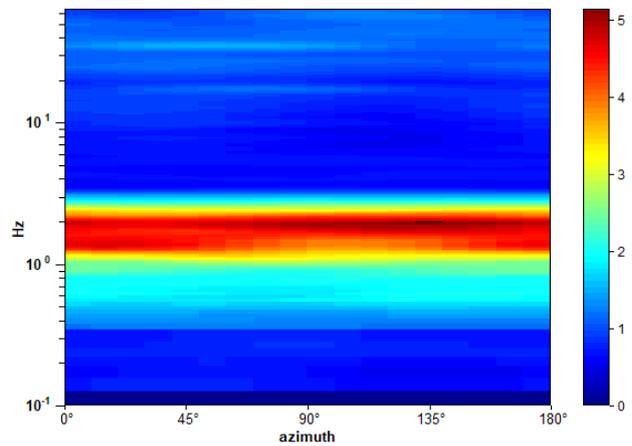
Picco H/V a  $1.94 \pm 0.27$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



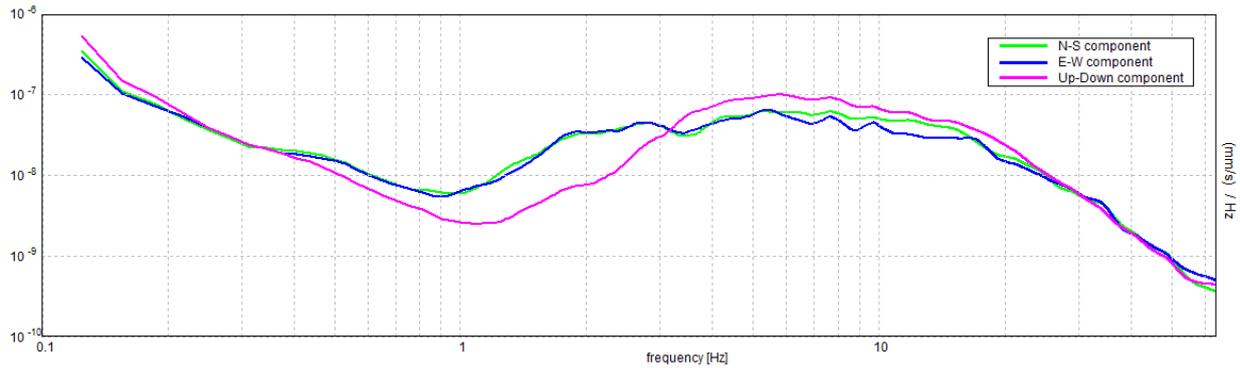
**SERIE TEMPORALE H/V**



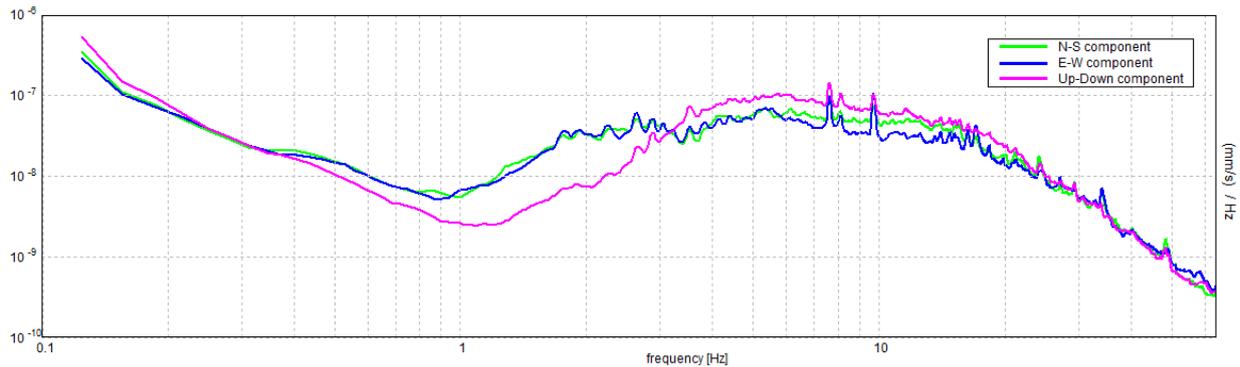
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



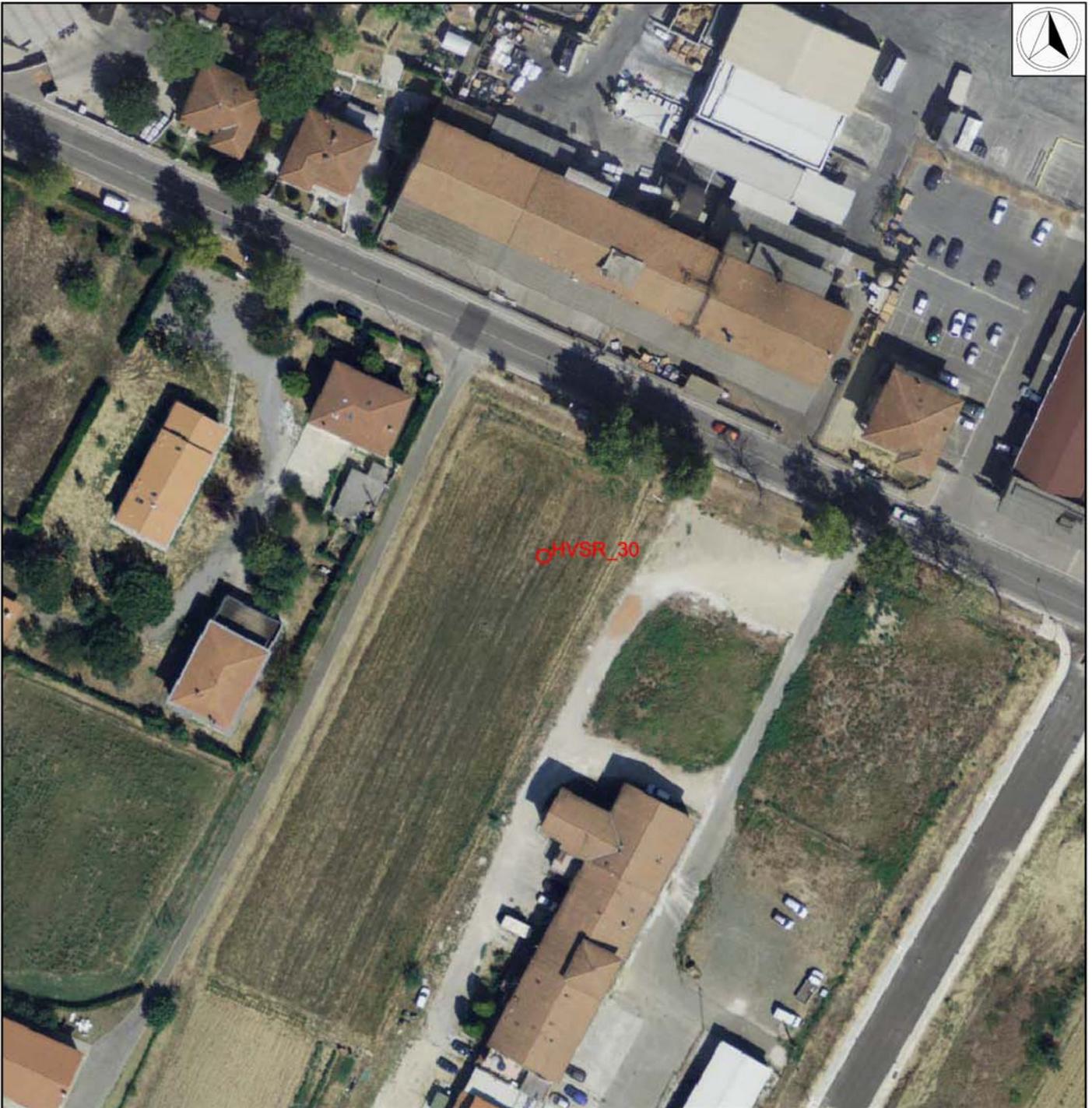
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 30. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.94 \pm 0.27$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.94 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$3487.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 94	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.906 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.625 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.87 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.1399  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.27105 < 0.19375$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3799 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSR\_30** Ubicazione indagine sismica passiva HVSR

scala 1:1.000  
5m 0 25m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 30. Dettaglio.**



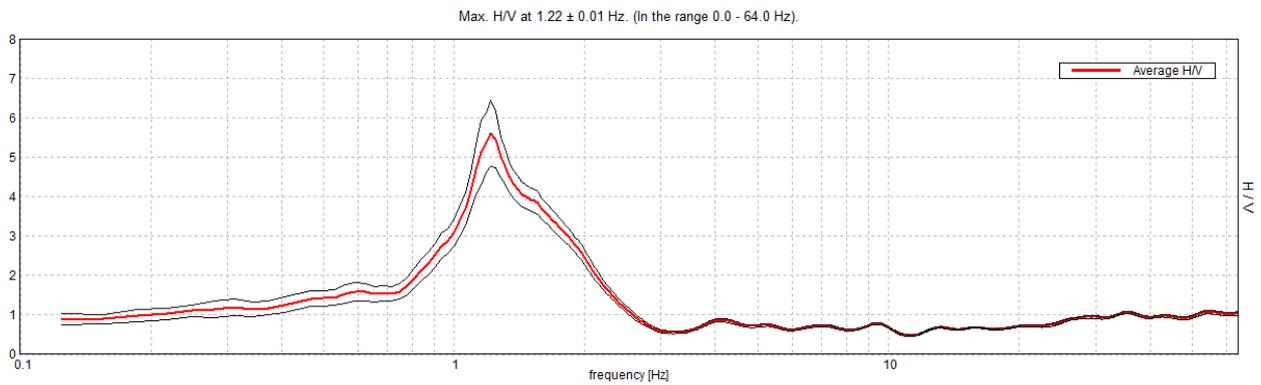
Indagine Tromografica – Sito 30 - Documentazione fotografica.

**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIALE C. COLOMBO SITO 31 - HVSr\_31**

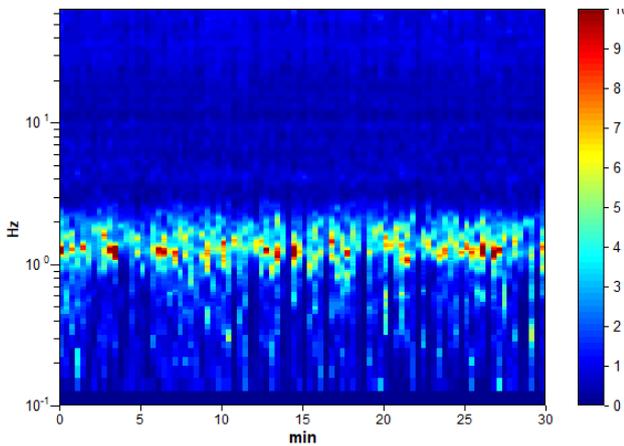
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 10:40:53 Fine registrazione: 18/03/21 11:10:52  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

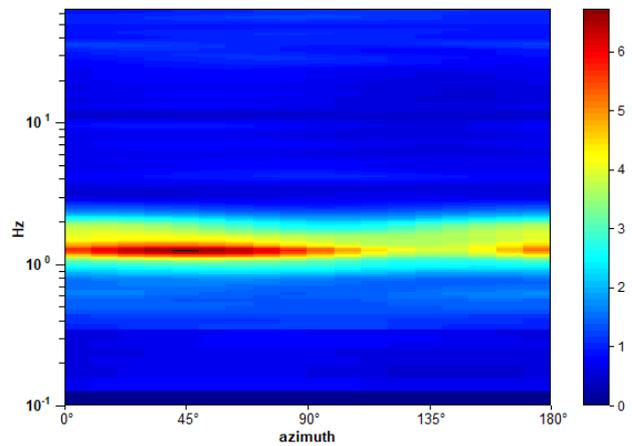
**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



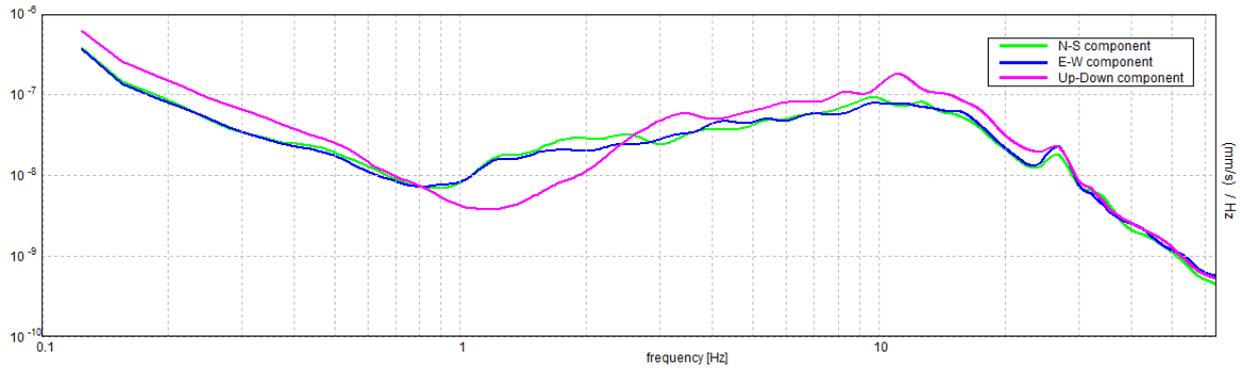
**SERIE TEMPORALE H/V**



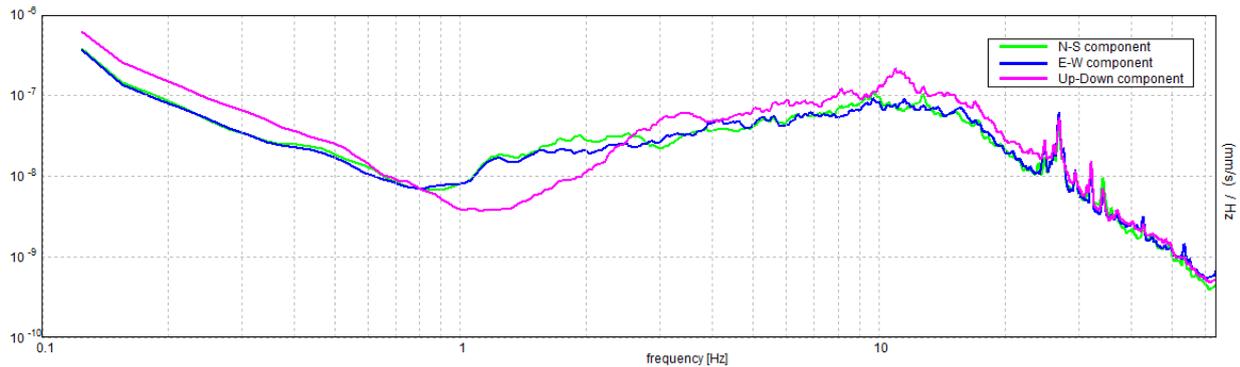
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 31. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.22 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

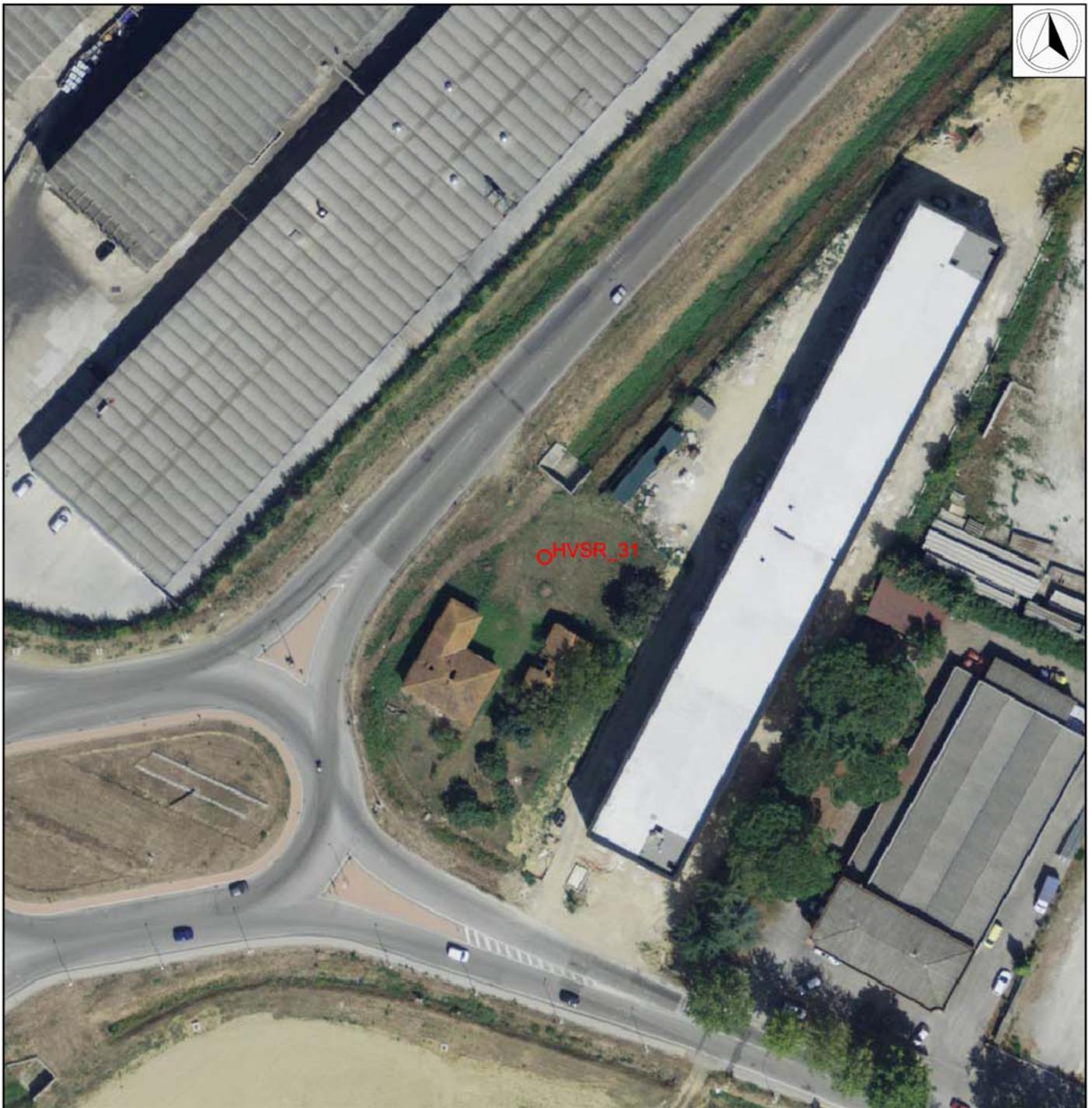
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.22 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2193.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 60	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.938 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.906 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$5.60 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00715  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00872 < 0.12188$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8437 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSr\_31** Ubicazione indagine sismica passiva HVSr



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 31. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 31 - Documentazione fotografica.

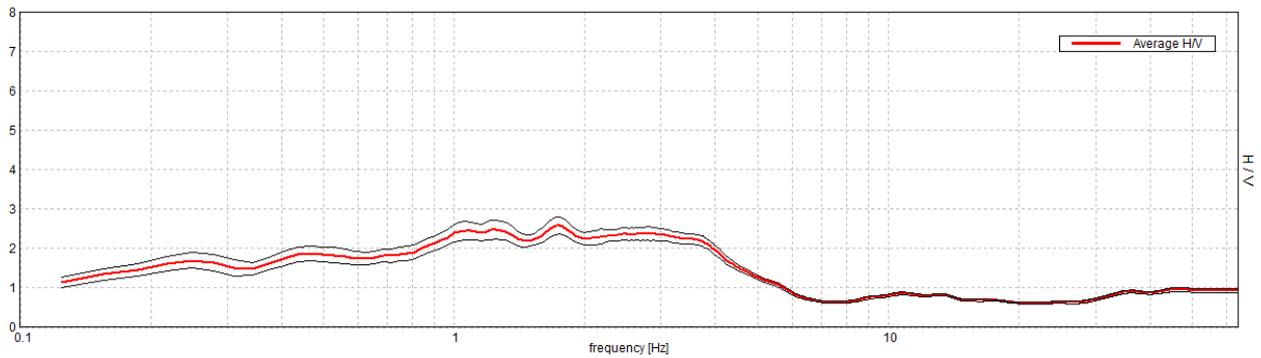
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, CAPOLUOGO VIA BATTISTI SITO 32 - HVSR\_32**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 11:28:18 Fine registrazione: 18/03/21 11:58:17  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

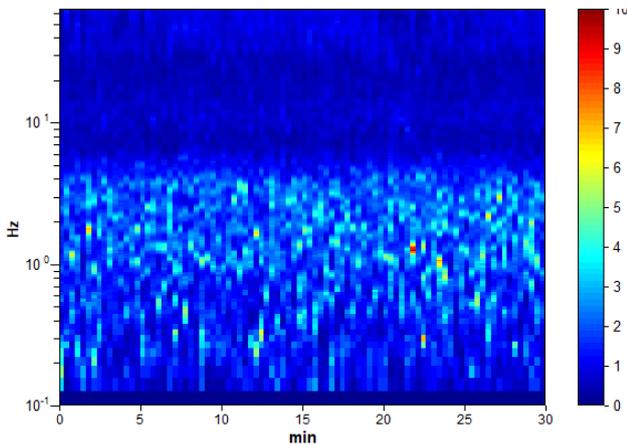
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

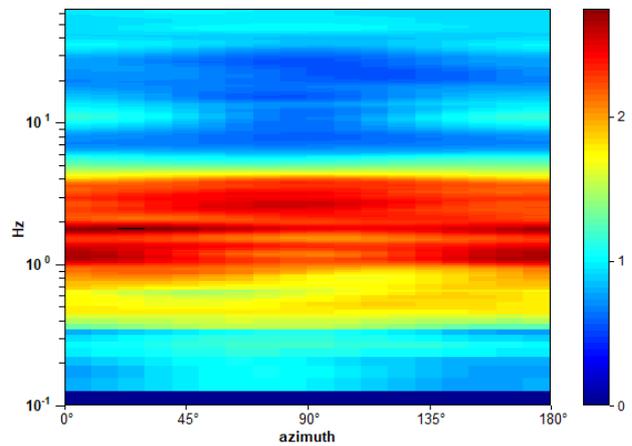
Picco H/V a 1.75 ± 0.36 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



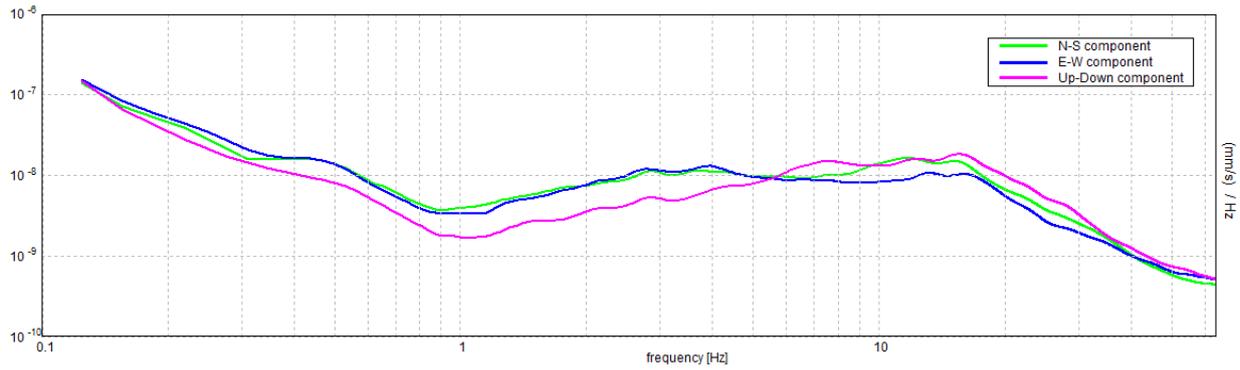
**SERIE TEMPORALE H/V**



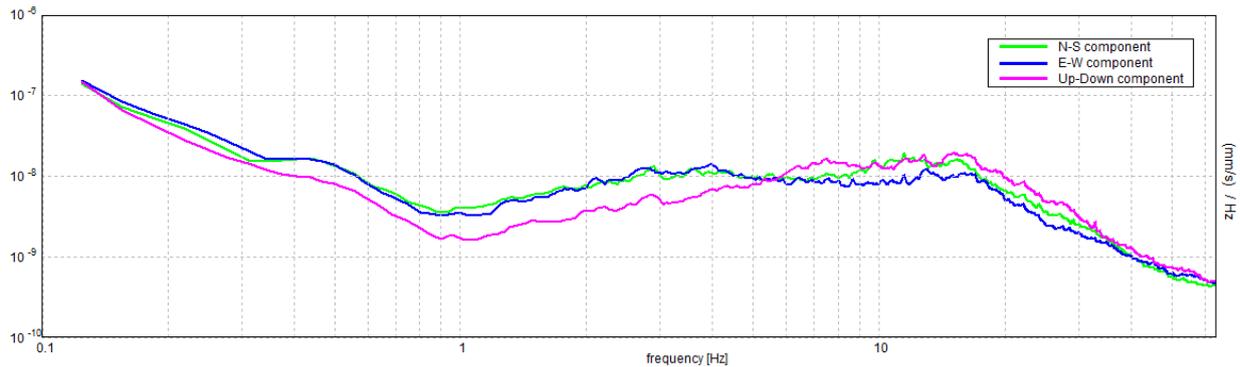
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 32. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.75 \pm 0.36$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.75 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$3150.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 85	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	4.969 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	2.58 > 2	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.20773  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.36353 < 0.175$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2168 < 1.78$	<b>OK</b>	



Legenda

HVSr\_32 Ubicazione indagine sismica passiva HVSr

scala 1:1.000  
5m 0 25m

Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 32. Dettaglio.



Indagine Tromografica – Sito 32 - Documentazione fotografica.

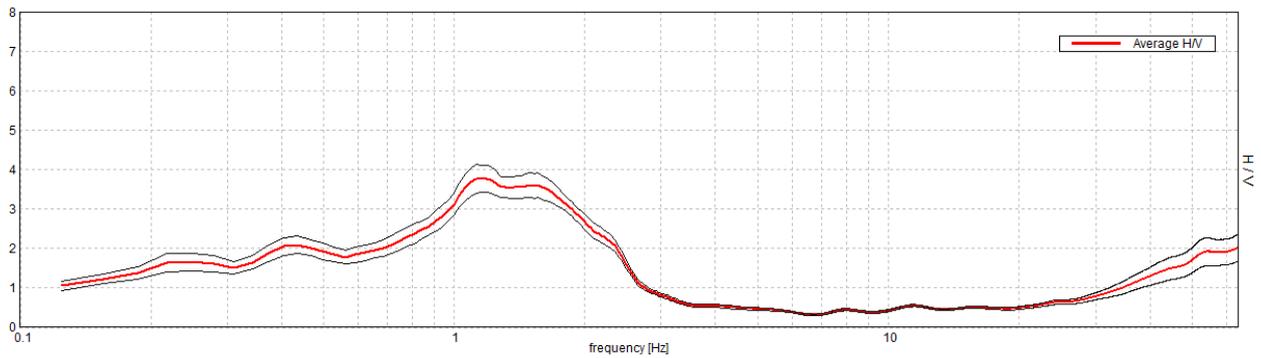
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIA DEL CASTELLUCCIO SITO 33 - HVSR\_33**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 12:14:51 Fine registrazione: 18/03/21 12:44:50  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

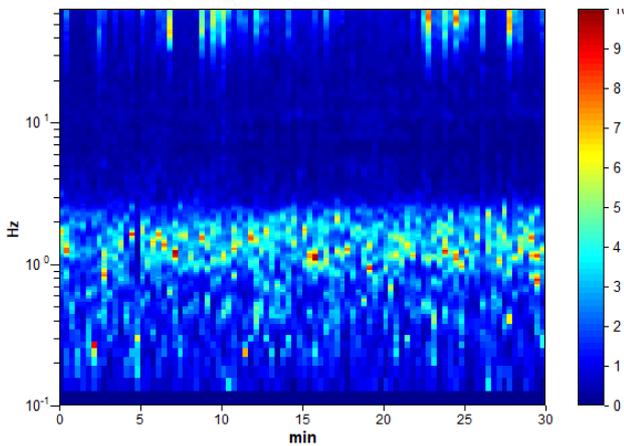
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

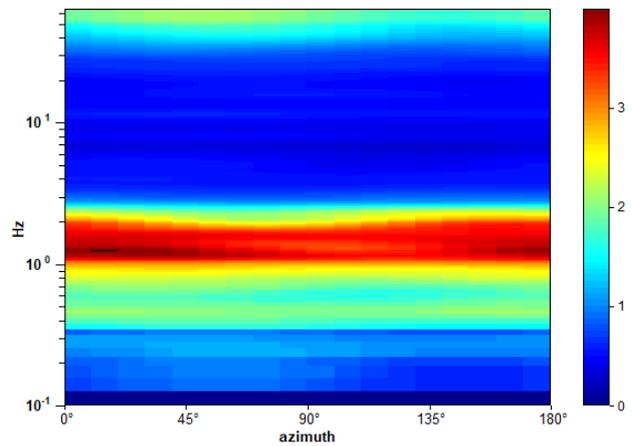
Max. H/V at 1.16 ± 0.2 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



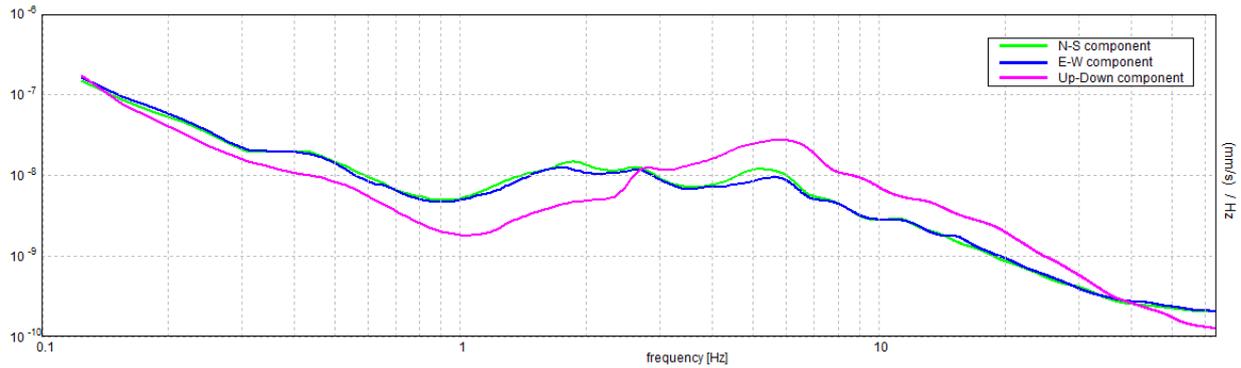
**SERIE TEMPORALE H/V**



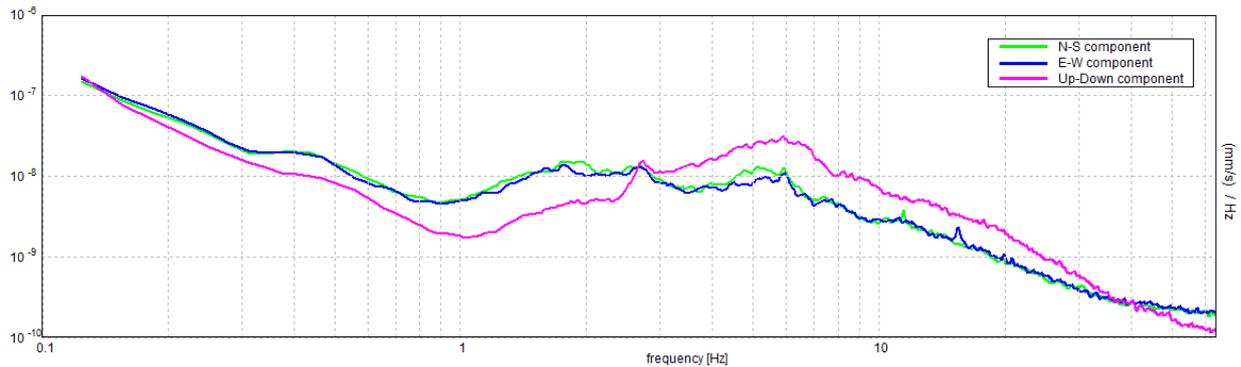
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 33. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.16 \pm 0.2$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.16 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2081.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 56	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.594 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.438 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$3.77 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.17656  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.20415 < 0.11563$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3424 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSr\_33** Ubicazione indagine sismica passiva HVSr



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 33. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 33 - Documentazione fotografica.

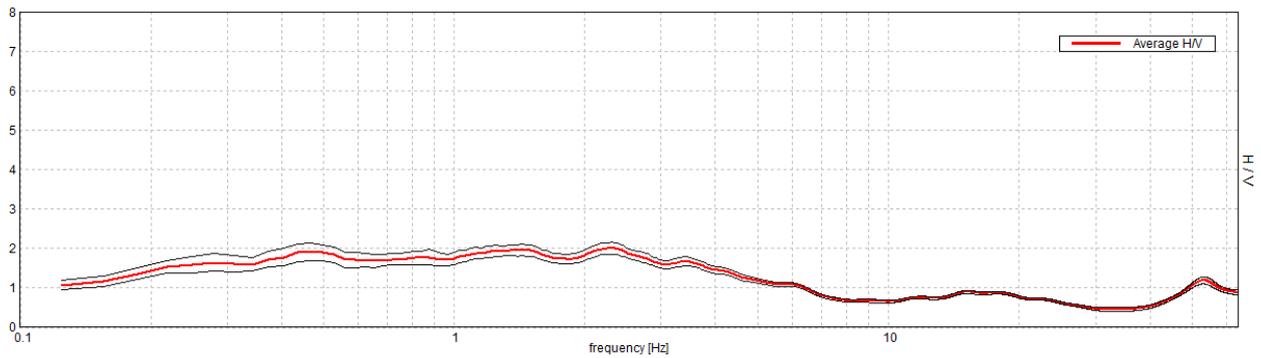
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, CAPOL.VIA SOTTO LA VALLE HVSR\_34**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 13:01:09 Fine registrazione: 18/03/21 13:31:08  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

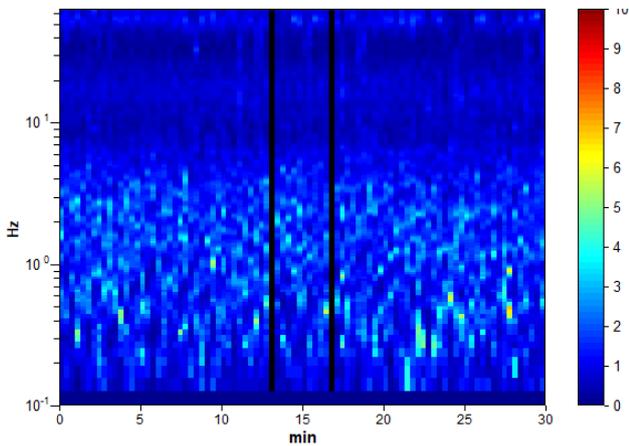
Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

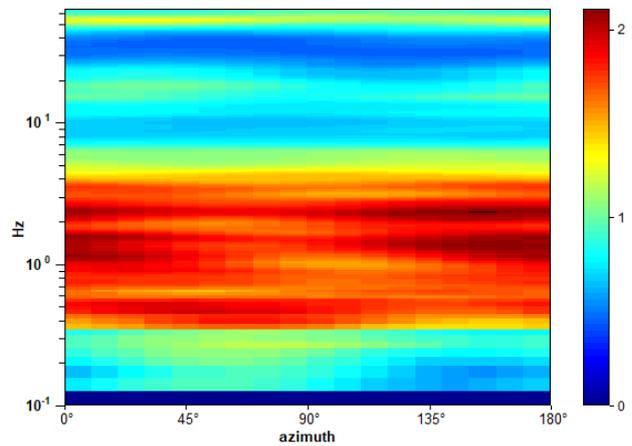
Max. H/V at 2.31 ± 0.64 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



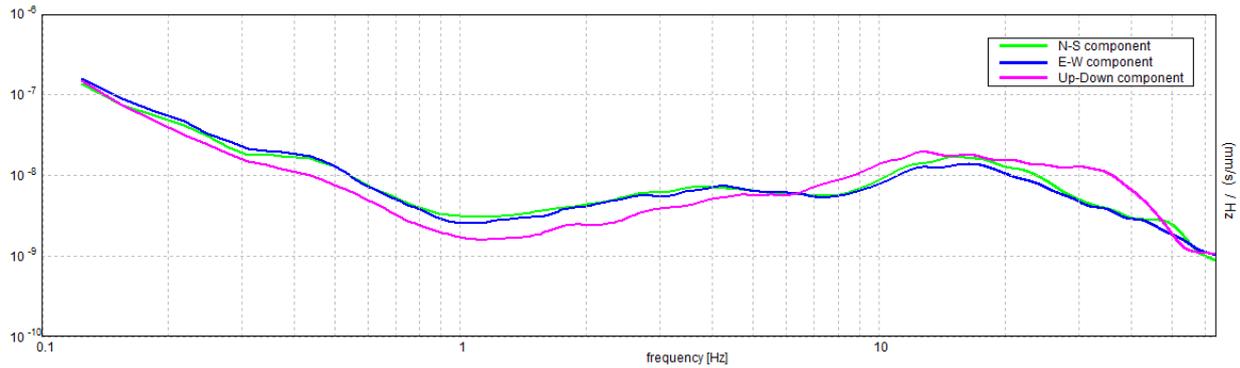
**SERIE TEMPORALE H/V**



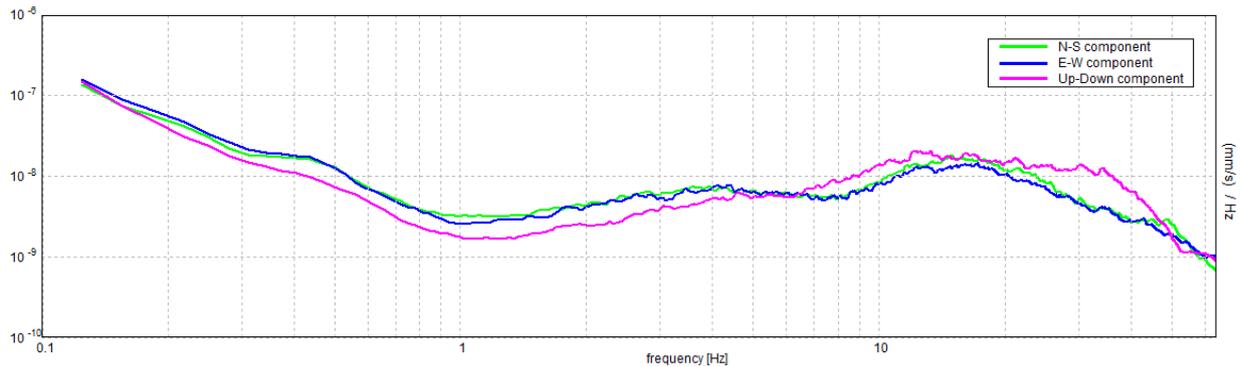
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



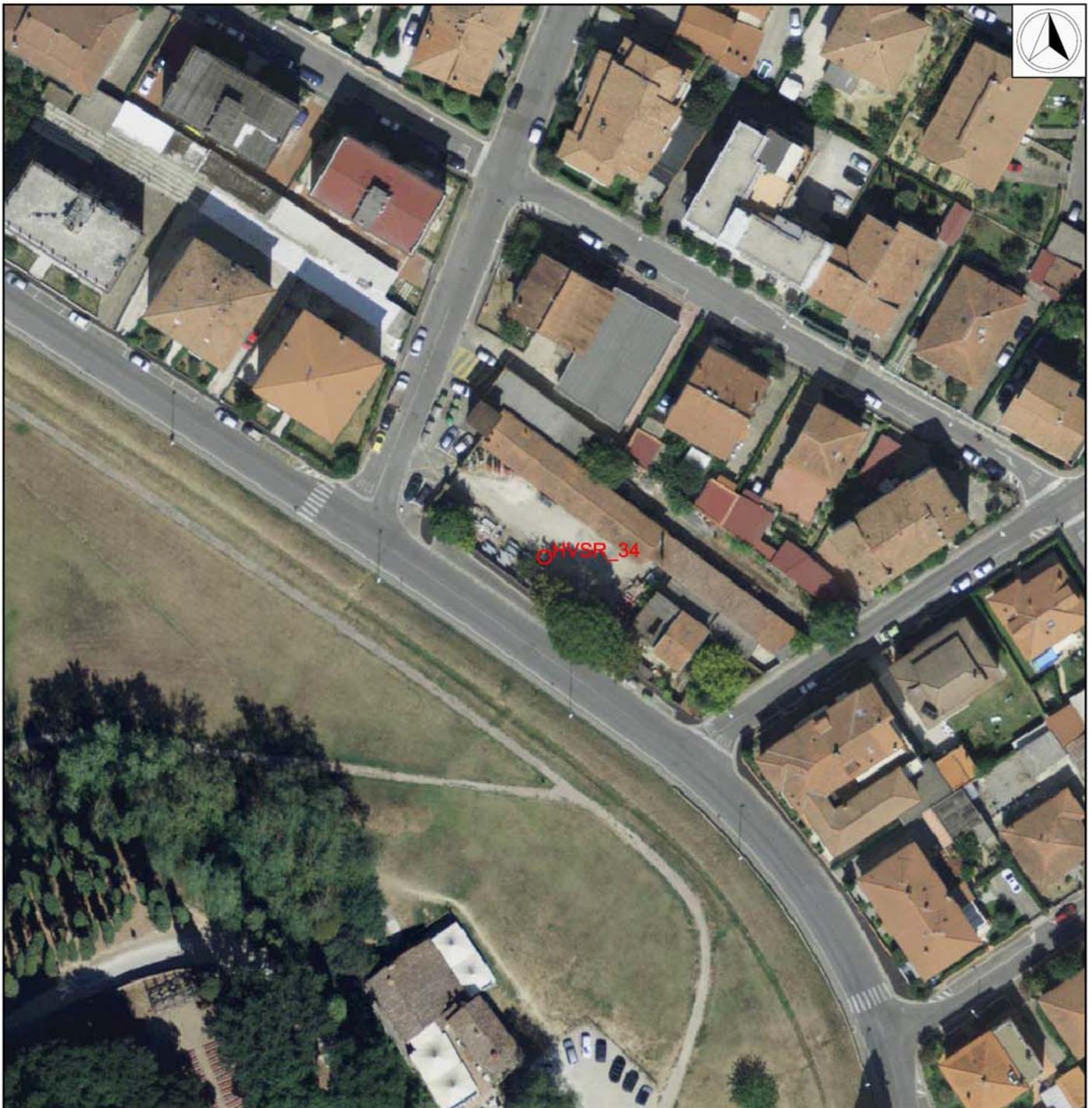
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 34. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $2.31 \pm 0.64$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.31 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4070.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 112	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	$6.406$ Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.01 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.2751  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.63616 < 0.11563$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.148 < 1.58$	<b>OK</b>	



Legenda

HVSR\_34 Ubicazione indagine sismica passiva HVSR



Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 34. Dettaglio.



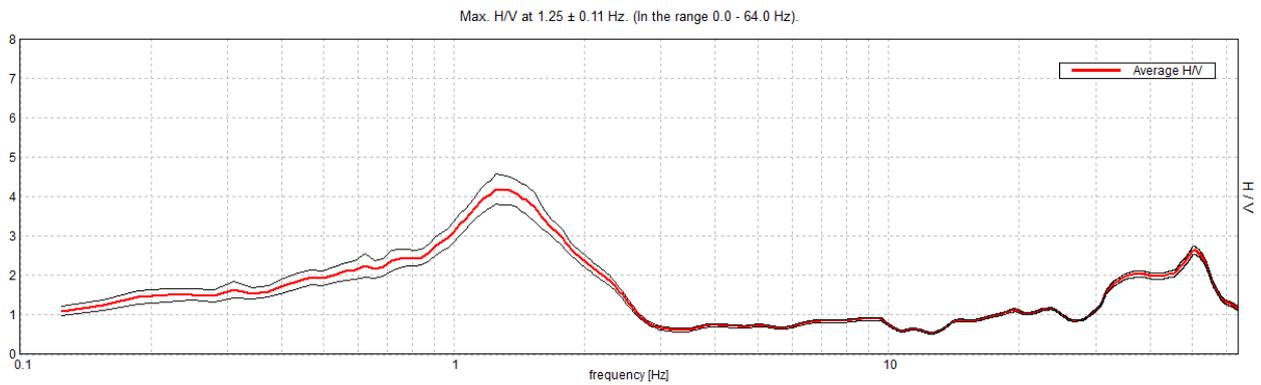
**Indagine Tromografica – Sito 34 - Documentazione fotografica.**

**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIA LUIGI BANTI SITO 35 - HVSR\_35**

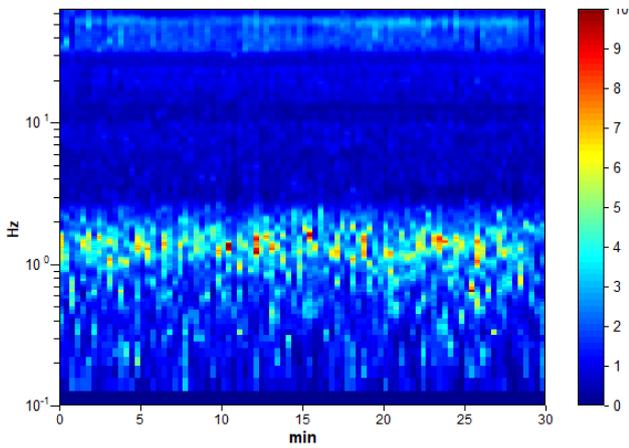
Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 13:47:57 Fine registrazione: 18/03/21 14:17:56  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

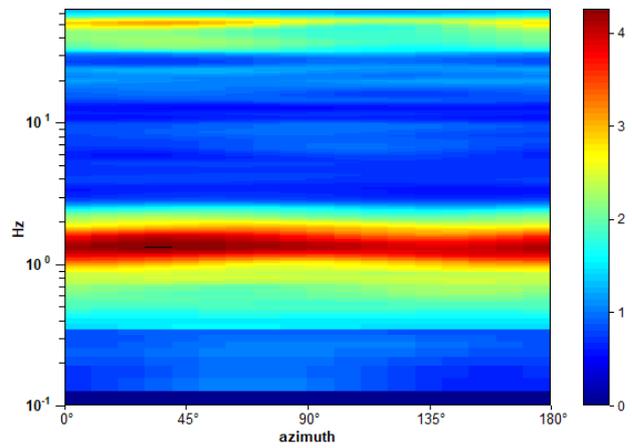
**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



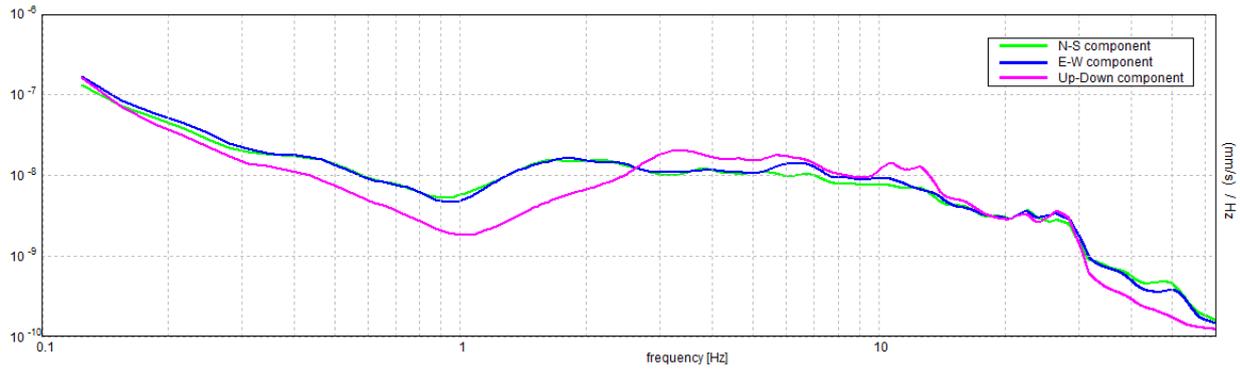
**SERIE TEMPORALE H/V**



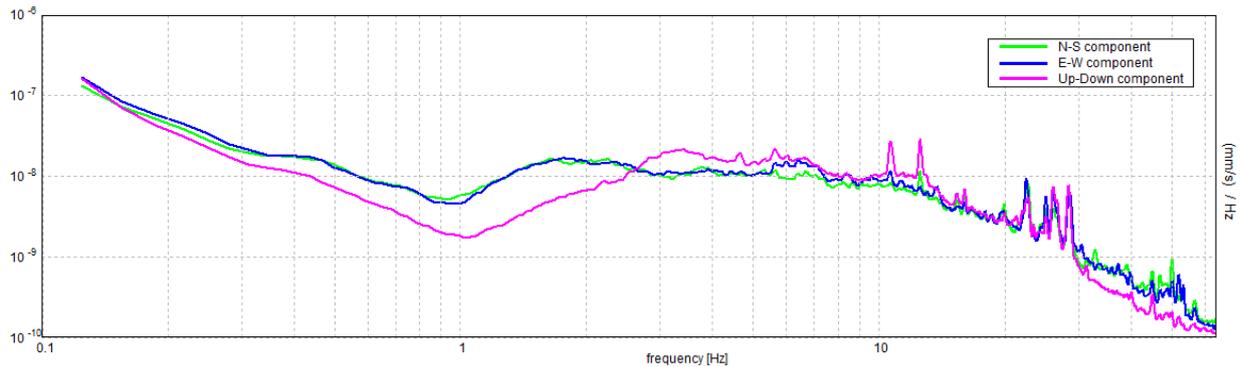
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 35. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2250.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.156 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.19 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08616  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.1077 < 0.125$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3741 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSR\_35** Ubicazione indagine sismica passiva HVSR



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 35. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 35 - Documentazione fotografica.

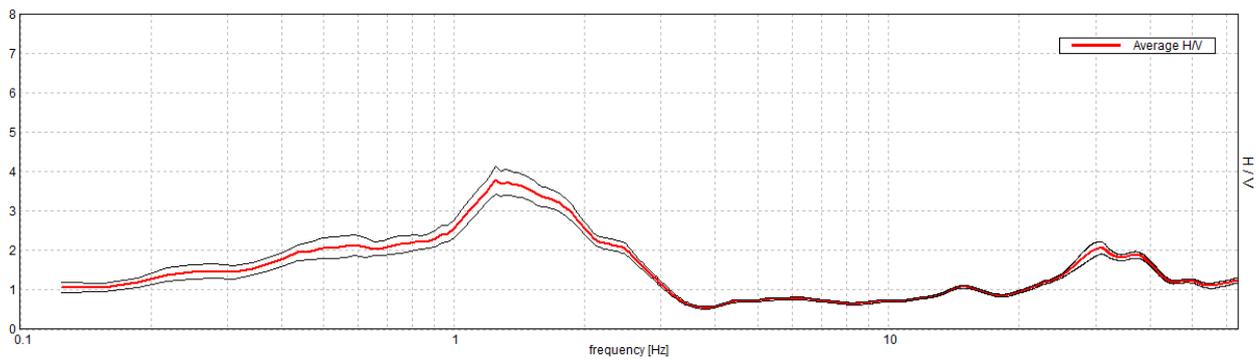
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIA GIANPIERO ALVISI HVSR\_36**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 14:26:44 Fine registrazione: 18/03/21 14:56:43  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

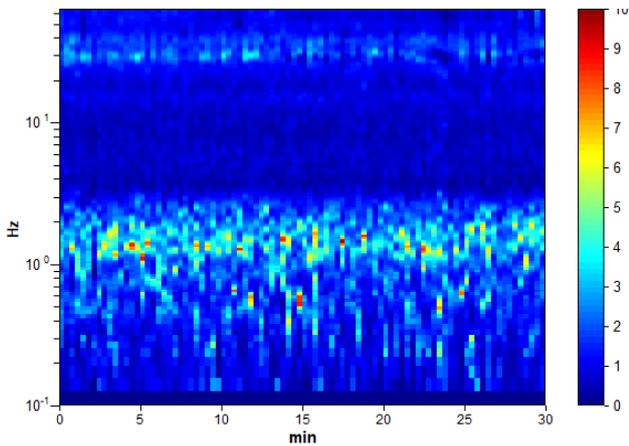
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

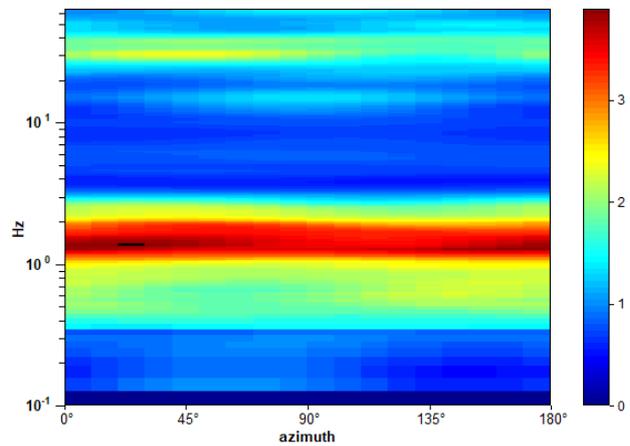
Picco H/V a  $1.25 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



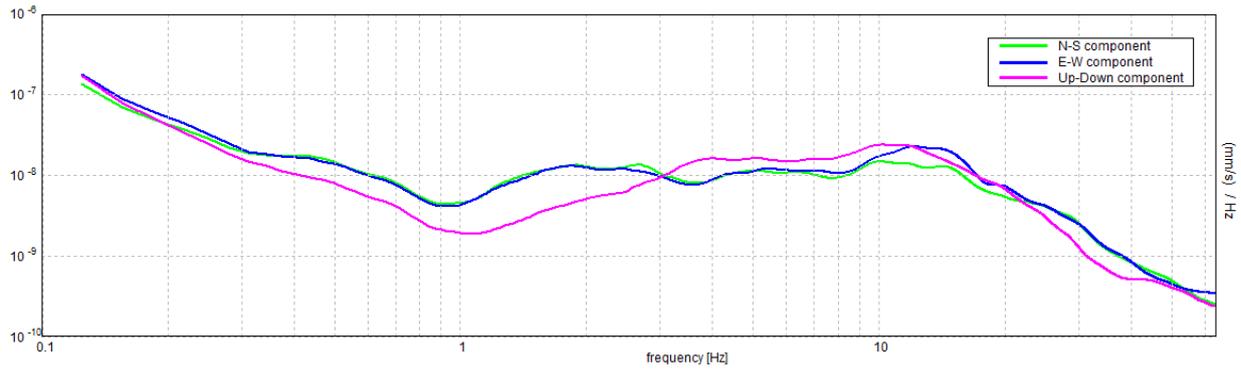
**SERIE TEMPORALE H/V**



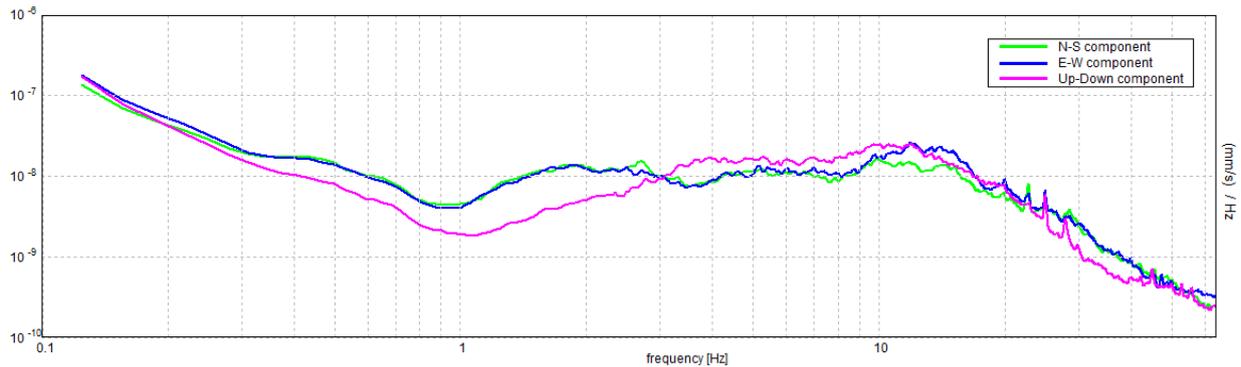
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 36. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2250.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.406 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.563 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.78 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.03944  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.0493 < 0.125$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3509 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSr\_36** Ubicazione indagine sismica passiva HVSr

scala 1:1.000  
5m 0 25m

**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 36. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 36 - Documentazione fotografica.

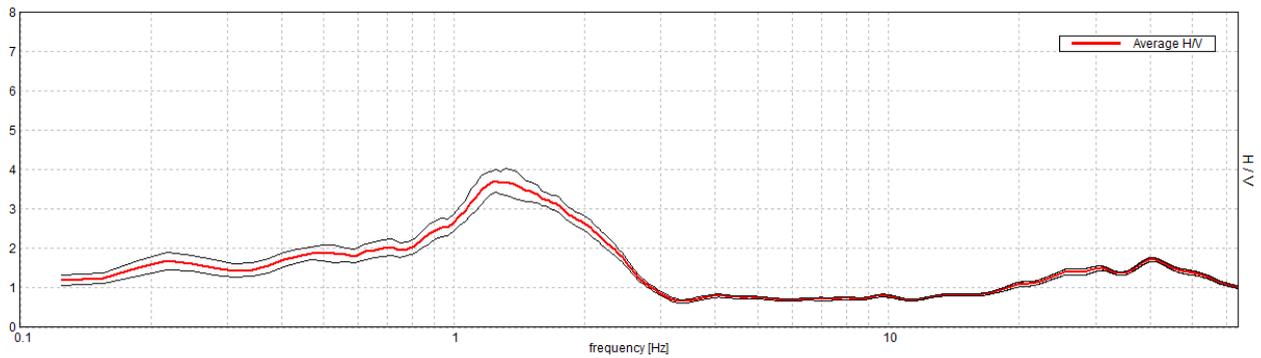
**J21023\_03\_18\_FUCCCHIO\_TR, VIA GIOVANNI LUCCHESI SITO 37 - HVSR\_37**

Strumento: TEP-0085/01-10  
 Formato dati: 16 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 18/03/21 15:11:19 Fine registrazione: 18/03/21 15:41:18  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

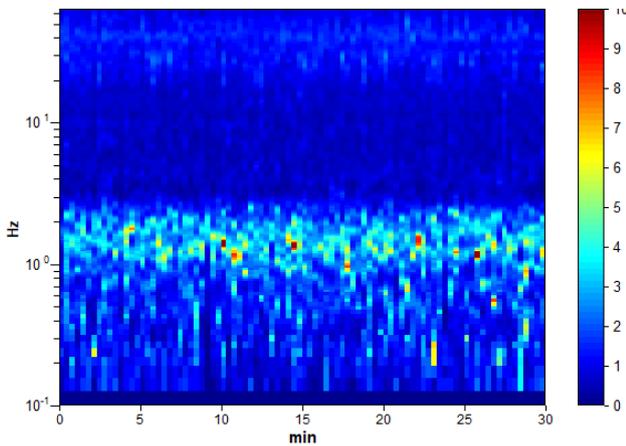
Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

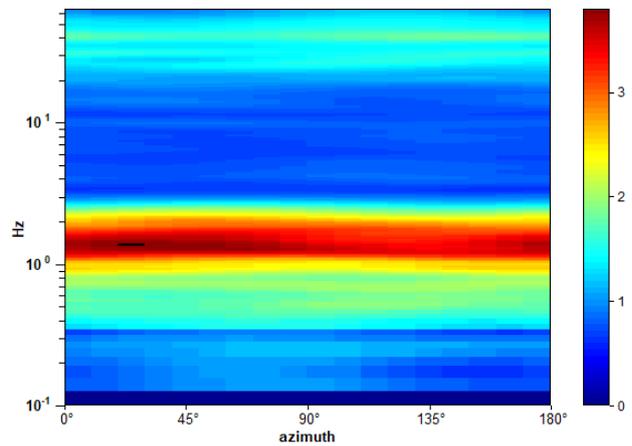
Max. H/V at 1.25 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



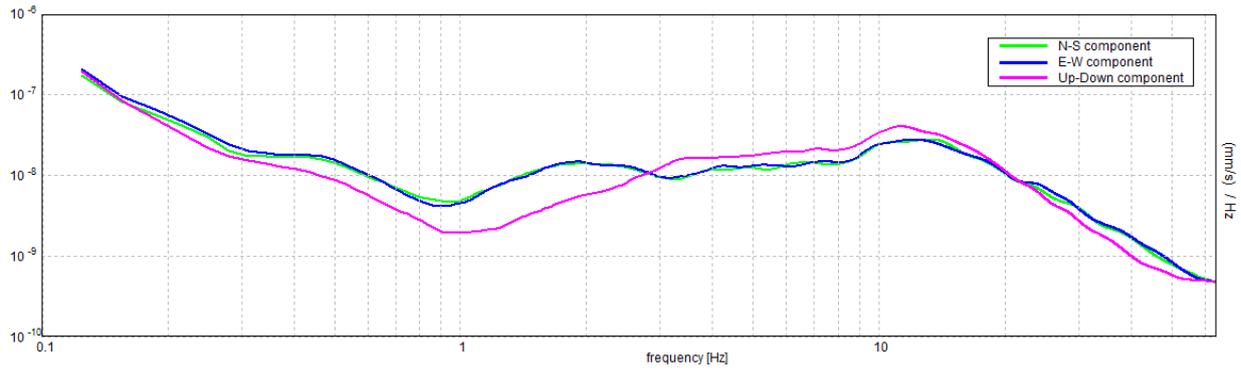
**SERIE TEMPORALE H/V**



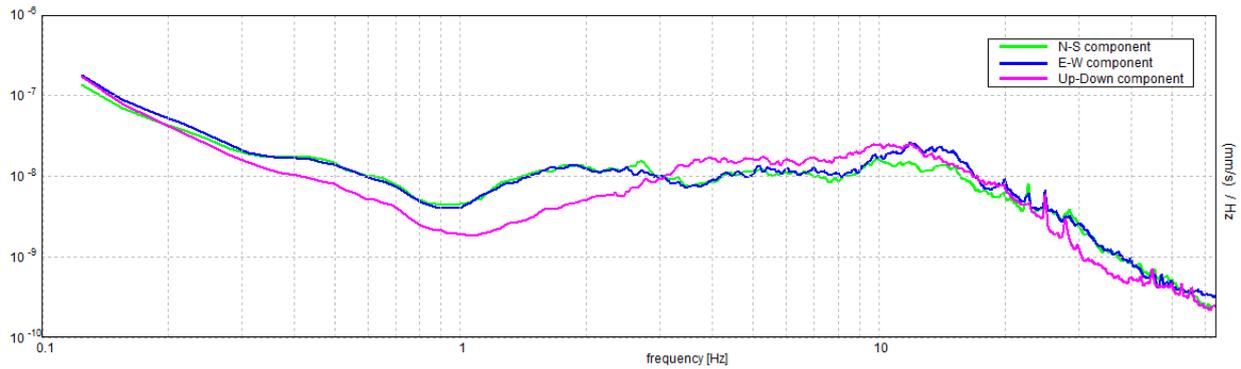
**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



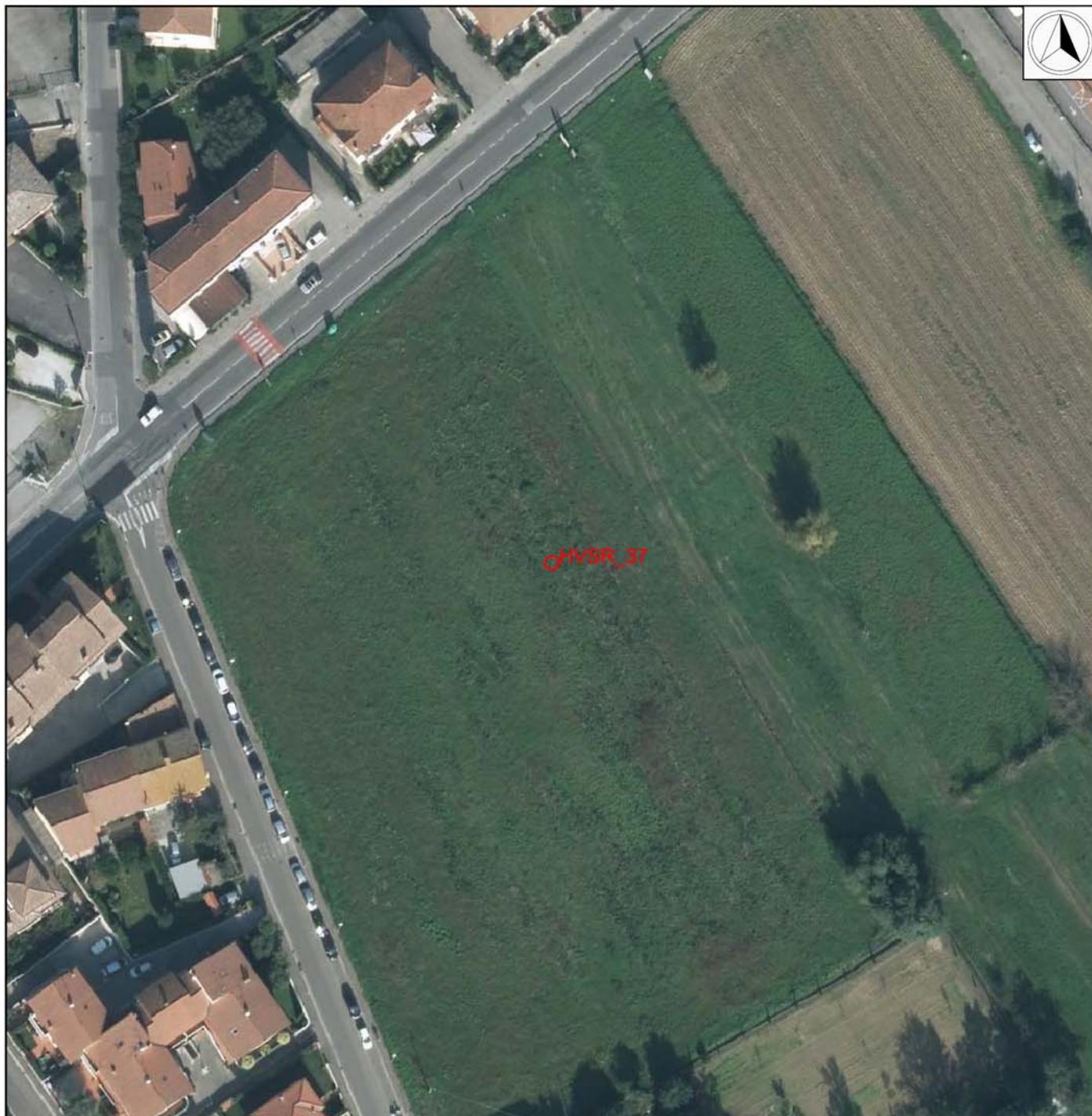
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



Sito 37. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2250.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.594 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.406 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$3.71 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13909  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.17387 < 0.125$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2886 < 1.78$	<b>OK</b>	



**Legenda**

**HVSr\_37** Ubicazione indagine sismica passiva HVSr



**Ubicazione indagine in sismica passiva Sito 37. Dettaglio.**



Indagine Tromografica – Sito 37 - Documentazione fotografica.